

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Faculdade de Ciências e Tecnologia
Secção de Ciências e Tecnologia da Educação e de Formação

A INFLUÊNCIA DA LINGUAGEM NA
CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS:

UM ESTUDO COM ALUNOS DO 10º ANO

1 Volume

Por
ANA BELA DOS SANTOS OLIVEIRA

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia
da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de
Mestre em Ciências da Educação – Educação e Desenvolvimento

Orientadora: Professora Doutora **Maria Teresa Morais de Oliveira**

Lisboa
2001



AGRADECIMENTOS

Quero sobretudo agradecer à Professora Doutora Teresa Oliveira, o apoio e incentivo que sempre me concedeu, mesmo quando a sua disponibilidade de ordem profissional e pessoal foi limitada.

Agradeço-lhe ainda a amizade com que sempre me acolheu quando passei por momentos pessoais mais difíceis e a disponibilidade que arranjou, para as conversas que minoravam os meus problemas e me davam sempre uma motivação e novo ânimo para prosseguir.

Reconheço também que o seu rigor científico, a sua experiência profissional e sobretudo o domínio do tema que abordei, foram essenciais para a coragem que tive em iniciar uma problemática que pouco conhecia, mas pela qual logo desde o início senti muita curiosidade e entusiasmo.

Quero também agradecer ao Departamento de Educação e a todos os Professores que integraram o Curso de Mestrado, pelas oportunidades que me proporcionaram, para reflectir e questionar sobre a Educação.

À minha família e em particular aos meus pais, quero agradecer a compreensão e tolerância, perante a pouca presença a que este estudo me obrigou, nos momentos em que tanto necessitaram de apoio. Ainda aos meus pais, fica expresso um agradecimento especial pelos princípios com que me educaram, o apoio incondicional que sempre me deram e pela força que sempre me incutiram nos momentos mais difíceis da minha vida.

Ao José Augusto, também um agradecimento pela compreensão que teve na falta de companheirismo a que estive sujeito durante este período de trabalho, pelo apoio e motivação que me deu para continuar e pelos diálogos que manteve comigo, numa tentativa de me ajudar a reflectir.

A todos a minha gratidão.

RESUMO

O estudo que se apresenta pretende relacionar a linguagem científica com a construção do conhecimento científico. Para concretizar este estudo recorreu-se a alunos do ensino secundário e à aprendizagem dos conceitos científicos: peso; massa; calor e temperatura.

O estudo principal teve os seguintes objectivos gerais: analisar se na aprendizagem das ciências, é suficiente para a construção do conhecimento científico, os alunos utilizarem apenas a linguagem quotidiana; compreender que dificuldades sentem os alunos em se expressarem em linguagem científica; contribuir para compreender se a utilização da terminologia científica corresponde efectivamente à construção do conhecimento científico.

Delineou-se a investigação após a caracterização dos alunos que participaram neste trabalho e administraram-se os instrumentos de recolha de dados julgados adequados para se conseguirem alcançar os objectivos gerais propostos que foram analisados e interpretados segundo um processo multimetodológico.

Os resultados obtidos nesta investigação, permitem concluir que a utilização da linguagem científica nas aulas de ciências, contribui para a construção do conhecimento científico dos alunos. Contudo, quando os alunos utilizam a terminologia científica, pode não corresponder à compreensão dos conceitos científicos, mas apenas à memorização dessa terminologia. De referir ainda, que para a construção do conhecimento científico o aluno recorre à linguagem científica e quotidiana.

Salienta-se a pertinência de mais estudos sobre a linguagem científica, referentes ao ensino/aprendizagem em Ciência e em anos escolares de iniciação à disciplina de Ciências Físico-Químicas.

ABSTRACT

This thesis aims to investigate the relationship between scientific language and the acquisition of scientific knowledge. To achieve these aims, secondary school students and their acquisition of the scientific concepts of weight, mass, heat and temperature were examined.

This thesis has the following general objectives: to analyse if students can adequately build their scientific knowledge only using everyday or non-scientific language; to understand the difficulties students feel in expressing themselves in scientific language; to understand if the use of scientific knowledge.

The development of the investigation was influenced by the profiles of the participating students. Data collection techniques, that were considered adequate to achieve the proposed general objectives of the investigation, were used. This data was analysed and interpreted using a multi-methodological process.

The results obtained in this investigation allow the conclusion that the use of scientific language in the science classroom contributes to the building of the scientific knowledge in students. However, when students use scientific knowledge it may not imply the understanding of scientific concepts but only the memorisation of this terminology. Furthermore, it can be seen that for the building of scientific knowledge the student returns to scientific and every day language.

It is evident then that more research into scientific language with reference to teaching and learning in the sciences and in the school years, where the subjects of physics and chemistry are being started, is warranted.

RÉSUMÉ

L'étude présentée a comme intention relationner le langage scientifique à la construction de la connaissance scientifique. Pour concrétiser cette étude on a recouru à des élèves de l'Enseignement Secondaire et aux apprentissages des concepts scientifiques: poids, masse, chaleur et température.

L'étude principale a eu comme objectifs généraux ceux qui se suivent: analyser se dans l'apprentissage des sciences il est suffisant que les élèves utilisent seulement le langage quotidien pour la construction des connaissances scientifiques; comprendre quelles difficultés sentent les élèves en s'exprimant en langage scientifique; contribuer pour comprendre si l'utilisation de la terminologie scientifique correspond effectivement à la construction de la connaissance scientifique.

On a délinné l'investigation après la caractérisation des élèves, qui ont participé dans ce travail, et on leur a fourni les instruments de rentrage de données considérées appropriées pour atteindre les objectifs généraux proposés. Ceux-ci ont été analysés et interprétés selon un processus multiméthodologique.

Les résultats obtenus dans cette investigation permettent de conclure que l'utilisation du langage scientifique pendant les cours de sciences a contribué pour la construction de la connaissance scientifique des élèves. Cependant, quand ceux-ci utilisent la terminologie scientifique, elle peut ne pas correspondre à la compréhension des concepts scientifiques, mais seulement à la mémorisation de cette terminologie-là. Il faut dire aussi que l'élève recourt au langage scientifique et quotidien pour la construction de la connaissance scientifique.

On considère indispensable plus d'études sur le langage scientifique en ce qui concerne l'enseignement/apprentissage en sciences et l'initiation à la discipline de Sciences Physique/Chimie.

ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO GERAL

1 – Problemática e Relevância do Estudo de Investigação	18
2 – Questões e Objectivos da Investigação	22
3 – Estrutura do Estudo	24

PARTE I

QUADRO TEÓRICO

Capítulo 1

Sociedade da Informação/Sociedade do Conhecimento

1 – Introdução	28
2 – A Sociedade Actual	30
3 – A Globalização	34
4 – A Educação e a Globalização	38
5 – A Educação em Ciência	42
6 – Conclusão	45

Capítulo 2

Ciência e Conhecimento Científico

1 – Introdução	46
2 – O Conhecimento Científico	47
2.1 – Relação entre o sujeito e o objecto no conhecimento científico	50
2.2 – Objectividade e subjectividade em Ciência	52
2.3 – Verdades e certezas em Ciência	53
2.4 – Construção do conhecimento científico	55
3 – O Conhecimento do Senso Comum (Quotidiano)	57

4 – A Relação entre o Conhecimento do Senso Comum e o Conhecimento Científico	59
5 – Aprendizagem em Ciência	61
5.1 – Aprendizagem de conceitos em Ciência	64
5.2 – A importância da definição na aprendizagem	69
6 – Conclusão	71

Capítulo 3

Relação entre a Construção do Conhecimento Científico e a Linguagem Científica

1 – Introdução	72
2 – Comunicação e Linguagem	73
3 – Pensamento e Linguagem	75
4 – Linguagem Científica	77
4.1 – Terminologia científica	82
4.2 – A linguagem/terminologia científica na formação de conceitos científicos	85
5 – Conclusão	90

PARTE II

ESTUDO EMPÍRICO

Capítulo 1

Metodologia da Investigação Empírica

1 – Introdução	93
2 – Opções Metodológicas	93
3 – Contexto da Investigação Empírica	95
4 – Amostra do Estudo	97

5 – Instrumentos de Recolha de Dados	98
5.1 – Entrevistas	100
5.2 – Questionários	109
5.3 – Texto	112
6 – Procedimentos na Execução do Estudo	114
6.1 – Estudo exploratório	114
6.2 – Estudo principal	115
7 – Tratamento dos Dados	119
7.1 – Entrevistas	121
7.2 – Questionários	122
7.3 – Resumo de um texto	123
8 – Conclusão	123

Capítulo 2

Análise e Interpretação dos Dados

1 – Introdução	125
2 – Estudo dos Conceitos: Massa e Peso	125
2.1 – Caracterização dos alunos do primeiro grupo	126
2.1.1 – Nível etário dos alunos	126
2.1.2 – Nível de sucesso escolar dos alunos	127
2.1.3 – Contexto socioeconómico dos alunos	129
2.1.4 – Contexto sociocultural dos alunos	129
2.1.5 – Análise dos dados obtidos através do questionário «Meios de Informação»	130
2.2 – Leitura e interpretação dos dados obtidos pela entrevista aos alunos	134
2.3 – Leitura e interpretação dos dados obtidos através do questionário «Conceitos»	144

2.3.1 – Análise das respostas sobre a definição de massa e peso	144
2.3.2 – Análise das respostas sobre o conhecimento anterior dos alunos acerca de massa e peso	157
2.3.3 – Análise das respostas sobre o conhecimento dos alunos acerca dos diferentes significados de massa e peso	160
2.3.4 – Análise das respostas sobre a construção de frases com os conceitos de massa e peso	161
3 – Estudo dos Conceitos: Calor e Temperatura	168
3.1 – Caracterização dos alunos do segundo grupo	168
3.1.1 – Nível etário dos alunos	168
3.1.2 – Nível de sucesso escolar dos alunos	169
3.1.3 – Contexto socioeconómico dos alunos	170
3.1.4 – Contexto sociocultural dos alunos	171
3.1.5 – Análise dos dados obtidos através do questionário «Meios de Informação»	172
3.2 – Leitura e interpretação dos dados obtidos pela entrevista aos alunos	175
3.3 – Leitura e interpretação dos dados obtidos através do questionário «Conceitos»	184
3.3.1 – Análise das respostas sobre a definição de calor e temperatura	184
3.3.2 – Análise das respostas sobre o conhecimento anterior dos alunos acerca de calor e temperatura	196
3.3.3 – Análise das respostas sobre o conhecimento dos alunos acerca dos diferentes significados de calor e temperatura	198

3.3.4 – Análise das respostas sobre a construção de frases com os conceitos: calor e temperatura	200
3.4 – Leitura e interpretação dos dados obtidos através do resumo de um texto	205
4 – Conclusão	210

CONCLUSÃO GERAL

1 – Conclusão da Investigação Teórica/Empírica	213
2 – Limitações do Estudo	226
3 – Recomendações para Futuras Investigações	227

BIBLIOGRAFIA

Bibliografia	230
Índice de Autores	245

ANEXOS

Anexo 1 – Classificações dos alunos do primeiro grupo	250
Anexo 2 – Classificações dos alunos do segundo grupo	251
Anexo 3 – Contexto Socioeconómico/Sociocultural dos pais dos alunos do primeiro grupo	252
Anexo 4 – Contexto Socioeconómico/Sociocultural dos pais dos alunos do segundo grupo	253
Anexo 5 – Questionário «Meios de Informação»	254
Anexo 6 – Meios de Informação utilizados pelos alunos do primeiro	

grupo	258
Anexo 7 – Meios de Informação utilizados pelos alunos do segundo grupo	259
Anexo 8 – Questionário «Conceitos» (primeiro grupo)	260
Anexo 9 – Questionário «Conceitos» (segundo grupo)	262
Anexo 10 – Texto «Temperatura, Equilíbrio térmico e Calor»	264

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Distribuição por sexo e idade dos alunos do primeiro grupo	127
Quadro 2 – Classificações dos alunos do primeiro grupo	127
Quadro 3 – Sectores de Actividade Económica onde os pais dos alunos do primeiro grupo, desempenham a sua profissão	129
Quadro 4 – Habilitações académicas dos pais dos alunos do primeiro grupo	130
Quadro 5 – Alunos do primeiro grupo que possuíam em casa computador e Internet	132
Quadro 6 – Aplicação das subcategorias, à entrevista administrada aos alunos do primeiro grupo	136
Quadro 7 – Terminologia científica seleccionada, utilizada nas respostas da entrevista administrada aos alunos do primeiro grupo	139
Quadro 8 – Definições cientificamente correctas, obtidas através das respostas da entrevista administrada aos alunos do primeiro grupo	140
Quadro 9 – Aplicação das subcategorias às respostas dos alunos do primeiro grupo, sobre a definição de massa e peso	146
Quadro 10 – Terminologia científica seleccionada, utilizada nas respostas dos alunos do primeiro grupo, sobre a definição de massa e peso	148
Quadro 11 – Definições cientificamente correctas, nas respostas dos alunos do primeiro grupo, sobre a definição de massa e peso	149
Quadro 12 – Comparação das palavras utilizadas com maior frequência na definição dos conceitos, pelos alunos do primeiro grupo, na expressão oral e escrita	152
Quadro 13 – Comparação da aplicação das subcategorias, pelos alunos do primeiro grupo, na expressão oral e escrita	153

Quadro 14 – Comparação da utilização da terminologia científica seleccionada, pelos alunos do primeiro grupo, na expressão oral e escrita	154
Quadro 15 – Comparação das definições científicas correctas utilizadas, pelos alunos do primeiro grupo, na expressão oral e escrita	156
Quadro 16 – Aprendizagem dos conceitos fora da sala de aula, pelos alunos do primeiro grupo	157
Quadro 17 – Opções escolhidas pelos alunos do primeiro grupo	158
Quadro 18 – Opções dos alunos do primeiro grupo, colocadas por ordem decrescente	159
Quadro 19 – Respostas dos alunos do primeiro grupo, quanto à diferença de significados dos conceitos no quotidiano e em Física	160
Quadro 20 – Conceitos que os alunos do primeiro grupo, pensam ter significados diferentes nos contextos científico e quotidiano	161
Quadro 21 – Terminologia científica utilizada pelos alunos do primeiro grupo, na construção das frases	162
Quadro 22 – Frases inseridas pelos alunos do primeiro grupo, nos contextos quotidiano e científico	162
Quadro 23 – Frases correctas nos contextos quotidiano e científico, construídas pelos alunos do primeiro grupo	165
Quadro 24 – Definições dos conceitos de massa e peso, utilizadas pelos alunos do primeiro grupo, nas expressões oral e escrita	166
Quadro 25 – Distribuição por sexo e idade dos alunos do segundo grupo	168
Quadro 26 – Classificações dos alunos do segundo grupo	169
Quadro 27 – Sectores da Actividade Económica onde os pais dos alunos do segundo grupo, desempenham a sua profissão	171
Quadro 28 – Habilitações académicas dos pais dos alunos do segundo	

grupo	171
Quadro 29 – Alunos do segundo grupo que possuíam em casa computador e Internet	174
Quadro 30 – Aplicação das subcategorias, à entrevista administrada aos alunos do segundo grupo	177
Quadro 31 – Terminologia científica seleccionada, utilizada nas respostas da entrevista administrada aos alunos do segundo grupo	180
Quadro 32 – Definições cientificamente correctas, obtidas através das respostas da entrevista administrada aos alunos do segundo grupo	181
Quadro 33 – Aplicação das subcategorias às respostas dos alunos do segundo grupo, sobre a definição de calor e temperatura	186
Quadro 34 – Terminologia científica seleccionada, utilizada nas respostas dos alunos do segundo grupo, sobre a definição de calor e temperatura	188
Quadro 35 – Definições cientificamente correctas, nas respostas dos alunos do segundo grupo, sobre a definição de calor e temperatura	189
Quadro 36 – Comparação das palavras utilizadas com maior frequência na definição dos conceitos, pelos alunos do segundo grupo, na expressão oral e escrita	192
Quadro 37 – Comparação da aplicação das subcategorias, pelos alunos do segundo grupo, na expressão oral e escrita	193
Quadro 38 – Comparação da utilização da terminologia científica seleccionada, pelos alunos do segundo grupo, na expressão oral e escrita	194
Quadro 39 – Comparação das definições científicas correctas utilizadas, pelos alunos do segundo grupo, na expressão oral e escrita	195
Quadro 40 – Aprendizagem dos conceitos fora da sala de aula, pelos	

alunos do segundo grupo	196
Quadro 41 – Opções escolhidas pelos alunos do segundo grupo	197
Quadro 42 – Opções dos alunos do segundo grupo, colocadas por ordem decrescente	198
Quadro 43 – Respostas dos alunos do segundo grupo, quanto à diferença de significados dos conceitos no quotidiano e em Física	199
Quadro 44 – Conceitos que os alunos do segundo grupo, pensam ter significados diferentes nos contextos científico e quotidiano	199
Quadro 45 – Terminologia científica utilizada pelos alunos do segundo grupo, na construção das frases	200
Quadro 46 – Frases inseridas pelos alunos do segundo grupo, nos contextos quotidiano e científico	201
Quadro 47 – Frases correctas nos contextos quotidiano e científico, construídas pelos alunos do segundo grupo	204
Quadro 48 – Análise dos resumos elaborados pelos alunos do segundo grupo	206
Quadro 49 – Definições dos conceitos de calor e temperatura, utilizados pelos alunos do segundo grupo, nas expressões oral e escrita	208

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Síntese das classificações dos alunos do primeiro grupo, em todas as disciplinas	128
Gráfico 2 – Preferências dos alunos do primeiro grupo, por áreas disciplinares	131
Gráfico 3 – Preferências dos alunos do primeiro grupo, relativamente aos meios de informação	131
Gráfico 4 – Síntese das classificações dos alunos do segundo grupo, em todas as disciplinas	170
Gráfico 5 – Preferências dos alunos do segundo grupo, por áreas disciplinares	172
Gráfico 6 – Preferências dos alunos do segundo grupo, relativamente aos meios de informação	173

INTRODUÇÃO

GERAL

1 – Problemática e Relevância do Estudo de Investigação

Para a escolha do objecto de investigação deste estudo, contribuíram as experiências vividas pela investigadora durante o percurso da sua actividade profissional. Tendo este percurso sido feito com aprendizagens, questionamentos e reflexões. O gosto pela Ciência e em particular pela Química, pela Física e pela Educação, permitiram uma reflexão pessoal sobre as práticas de ensino/aprendizagem.

Perante os desafios que hoje em dia a Sociedade nos coloca, de uma formação ao longo da vida, plena de inovações e integrada em novos saberes, é necessária uma formação científica sustentada por princípios consolidados que permita a aquisição de uma cultura científica para todos os cidadãos. Um dos objectivos fundamentais da actual educação, baseia-se numa aprendizagem que fomente a aquisição de uma formação científica básica que nos permita compreender e intervir de forma consciente e crítica na Sociedade onde vivemos.

Reconhecendo o papel fundamental do professor na formação científica dos alunos e tendo como preocupação a sua aprendizagem, comecei por interessar-me em compreender quais os elementos que numa sala de aula dificultam/favorecem a aprendizagem dos alunos. Pensando no desinteresse e até apatia que por vezes os alunos demonstram perante os temas que estudam na sala de aula, considerei que essa falta de motivação não deveria ser só devido ao desinteresse pelos temas curriculares que têm de estudar, mas talvez fosse devido à falta de compreensão sobre aquilo que o professor ensina e como ensina.

Neste contexto, surgiu o interesse pela linguagem e foram feitas muitas leituras aleatórias das mais variadas áreas, para compreender a relação entre a linguagem e a aprendizagem. A linguagem, era um tema pouco conhecido para a investigadora, quer pela ausência na formação académica, quer pela pouca

relevância que se tem dado ao tema na didáctica das ciências. Aparentemente a utilização da linguagem, nomeadamente comunicar nas aulas de ciências, parece ser um acto espontâneo e natural, pois este é o meio privilegiado pelo qual se consegue aprender. No entanto, este raciocínio tão elementar reveste-se de uma enorme complexidade no ensino/aprendizagem da Ciência. Muita da literatura encontrada disponível sobre a linguagem não estava directamente relacionada com a didáctica das ciências. A linguagem tem sido objecto de estudo, sobretudo dos Linguistas, Filósofos, Sociólogos, Psicólogos e outros, porém as questões mais específicas para os professores de Ciência, como os resultados de algumas investigações sobre a linguagem científica no ensino/aprendizagem, pouco têm sido divulgados não chegando ao conhecimento da maioria dos professores, não estando ainda estes suficientemente alertados para este tema.

Numa escola, tanto os professores como os alunos, dentro e fora da sala de aula, utilizam a linguagem oral e escrita nas suas actividades escolares. A linguagem, é um factor essencial na educação de um jovem, ela é usada na escola como um veículo de comunicação e de aprendizagem e o ensino tal como o conhecemos, é inconcebível sem linguagem.

A linguagem no quotidiano tem sobretudo a função de comunicação e aprendizagem informal, sendo essencial para a integração do indivíduo na Sociedade. Porém, existe também a função da aquisição do conhecimento formal que se evidencia quando o indivíduo entra na escola.

Pelo que foi exposto, a escolha desta problemática para esta investigação, não foi fácil, no entanto, o fascínio e a curiosidade por aquilo que a própria investigadora pouco conhecia, tornou-se desde o início uma investigação pessoalmente muito enriquecedora e motivadora.

A ideia inicial de que a linguagem científica pode criar barreiras de dificuldades à aprendizagem, assim como, facilitá-la, foi a base desta investigação sobre a linguagem científica e a construção do conhecimento científico dos alunos.

Sendo a linguagem verbal (articulada e escrita) uma capacidade estritamente humana e portanto constituinte da estrutura cognitiva, ela revela-se como condição necessária para o ensino e aprendizagem da Ciência. Para qualquer professor de Ciência, os termos utilizados na linguagem têm um significado particular. Conhecer a linguagem utilizada em Ciência é fundamental para o sucesso da aprendizagem nas disciplinas científicas, contribuindo deste modo para a construção de uma cultura científica. Para que a linguagem científica contribua para a aprendizagem, ela não pode ser usada de modo inconsciente pelos professores e alunos, como sendo apenas um elemento de memorização da matéria a aprender.

O ser humano tem a capacidade de se expressar, aprender e desenvolver através da linguagem, estando a aprendizagem, o raciocínio e a criatividade, relacionados com esta capacidade humana da linguagem oral ou escrita. A linguagem, pode ser entendida em duas vertentes, a de comunicar e a de construir conhecimento cognitivo.

Uma base deficiente na língua materna, implica dificuldades acrescidas na aprendizagem de qualquer disciplina, mas nas disciplinas científicas os alunos confrontam-se com uma linguagem diferente da que usam no dia a dia. Um professor de Ciência ao ensinar conceitos, fenómenos, leis, teorias, etc., deve fazê-lo utilizando uma linguagem apropriada, construindo um raciocínio coerente de modo a permitir a compreensão do tema a ensinar.

Para a edificação de uma cultura científica, é importante a linguagem como ferramenta essencial na construção do conhecimento. A Ciência não é hoje vista como um conhecimento elitista, compreendida apenas por especialistas e com significados e conceitos acessíveis apenas a um círculo diminuto. Na actual

Sociedade da Informação/Conhecimento, a Ciência é divulgada e transmitida por vários meios de comunicação especializados ou não, para este fim.

Na tentativa de tornar a Ciência acessível a todos, há uma tendência para simplificar a linguagem científica e sobretudo a terminologia científica, porém, no estudo de cada Ciência, existe uma linguagem específica e restrita necessária à sua compreensão. Assim, o estudo da linguagem na perspectiva da construção do conhecimento científico, é relevante por se tratar de uma capacidade universal, ou seja, uma forma reconhecida para que todos aprendam.

Na perspectiva construtivista, o processo de aprendizagem baseia-se nos conceitos prévios dos alunos. Estes, através das suas experiências pessoais, utilizam o conhecimento anterior para compreenderem novos conceitos, o que implica que cada aluno constrói concepções diferentes do conhecimento a partir da mesma informação. Assim, parece pertinente tentar compreender como diferentes alunos utilizam a linguagem e/ou terminologia científica.

Ao longo da sua carreira de professora, a investigadora tem observado algumas dificuldades tanto da parte dos alunos, como dos professores, que poderão dificultar a aprendizagem dos alunos. Sem pretender fazer uma análise exaustiva, apresentam-se algumas dessas dificuldades sem preocupações de prioridades.

Dificuldades do aluno:

1. construir frases com conceitos científicos, por não compreender o seu verdadeiro significado;
2. interpretar a linguagem científica;
3. definir e aplicar conceitos, nas disciplinas de ciências;
4. expressar-se numa linguagem científica, quer por falta de hábito (treino), quer por dificuldade em organizar o pensamento.

Dificuldades do professor:

1. compreender raciocínios que poderão estar correctos, mas que por vezes são quase incompreensíveis, pois muitos alunos têm dificuldades em expressarem-se, quer na expressão oral, quer na escrita;
2. expressar-se por vezes numa linguagem pouco acessível ao aluno, usando excessivos termos científicos.

Consciente de que abordar esta problemática, constitui um processo de investigação complexo, o estudo pretende contribuir para compreender se a aplicação da terminologia científica por parte dos alunos, na definição de conceitos científicos, corresponde à compreensão desses conceitos, ajudando deste modo à construção do seu conhecimento científico e de que forma o conhecimento adquirido no dia a dia, contribui, ou não, para essa aquisição.

Pelo facto de este estudo, recorrer a definições e a partir delas, tirar conclusões acerca do uso da terminologia científica e da aprendizagem em Ciência, não deve pressupor que o aspecto denotativo de uma palavra é mais importante que o aspecto conotativo. A criatividade e espontaneidade que deve existir nos processos de expressão dos alunos, é tão necessária quanto a precisão científica. A escolha porém, cingiu-se aos objectivos e questões da investigação, que não pressupõem a análise da criatividade e espontaneidade dos alunos, não pela sua falta de interesse, mas porque tornaria o estudo demasiado longo e ambicioso.

2 - Questões e Objectivos da Investigação

Com esta investigação pretendeu-se contribuir para a compreensão da relação da linguagem científica com a construção do conhecimento científico, nas aulas de Ciências Físico-Químicas. Com base nesta finalidade, estabeleceram-se os objectivos gerais de investigação.

Objectivos gerais:

- Analisar se na aprendizagem das ciências, é suficiente para a construção do conhecimento científico, os alunos utilizarem apenas linguagem quotidiana.
- Compreender que dificuldades sentem os alunos em se expressarem em linguagem científica.
- Contribuir para compreender se a memorização da terminologia científica corresponde efectivamente à construção do conhecimento científico.

Com base na reflexão teórica, foi feita a análise e interpretação dos dados recolhidos através dos instrumentos seleccionados e procurou-se para cada um deles estabelecer objectivos que posteriormente na sua globalidade, correspondam aos objectivos gerais.

Problemática

A problemática deste estudo, foi organizada em torno da linguagem científica e como ela permite a construção do conhecimento científico. Por conseguinte, pretendeu-se analisar como um grupo de alunos de Ciências Físico-Químicas do 10º ano do ensino secundário, utiliza a linguagem científica, na expressão oral e escrita, na construção do seu conhecimento científico, em particular na aprendizagem de conceitos científicos abstractos que possuem múltiplos significados, nomeadamente no quotidiano e nas disciplinas científicas.

Questões de Investigação

De modo a contribuir para a consecução da problemática deste estudo, formulou-se a seguinte questão da investigação:

- Que relação existe entre a linguagem científica e a construção do conhecimento científico dos alunos?

Pela abrangência desta questão e de modo a operacionalizá-la integrando o estudo empírico e o quadro teórico, houve necessidade de subdividi-la nas seguintes subquestões:

- A construção do conhecimento científico, só será efectiva com o uso da terminologia científica?
- O uso da linguagem científica por parte dos alunos, corresponde à construção do conhecimento científico?
- Como é que a terminologia científica e a linguagem do quotidiano se relacionam para a construção do conhecimento científico?

3 - Estrutura do Estudo

A investigação desenvolveu-se em duas partes que se encontram interligadas, o quadro teórico e o estudo empírico.

Neste estudo apresenta-se uma **introdução geral** com o objectivo de descrever a problemática e justificar a relevância deste estudo. Definiram-se os objectivos gerais e as questões de investigação e por último resumiu-se a estrutura do estudo.

Em seguida descreveu-se o percurso heurístico adoptado nesta investigação.

Na **Parte I - Quadro Teórico**, pretendeu-se desenvolver em três capítulos, uma reflexão sobre a Educação em Ciência. No **primeiro capítulo** – Sociedade da Informação/Sociedade do Conhecimento, reflectiu-se sobre a influência que a sociedade tem na educação. A evolução da sociedade, e a evolução científica estão intimamente ligadas, o que tem originado sucessivas mudanças no sistema educativo, particularmente na educação científica. Para estar integrado na sociedade, é necessário possuir uma literacia científica que não permita a exclusão do sujeito como cidadão de pleno direito.

No **segundo capítulo** – A Ciência e o Conhecimento Científico, foi feita uma reflexão sobre a evolução científica e a construção do conhecimento científico, relacionando o conhecimento do senso comum com o conhecimento científico. A evolução da educação científica proveniente da rápida evolução da Ciência, nomeadamente das novas tecnologias, provocou ao longo do tempo várias formas de perspectivar o ensino/aprendizagem, concluindo-se que o foco da aprendizagem deve estar centrado no aluno.

A construção do conhecimento científico é um reflexo da aprendizagem em Ciência. Para obter os objectivos gerais pretendidos nesta investigação, optou-se por trabalhar com conceitos científicos, o que justificou um subcapítulo sobre a aprendizagem de conceitos científicos e a importância de os saber definir.

No **terceiro capítulo** – Relação entre a Construção do Conhecimento Científico e a Linguagem Científica, reflectiu-se sobre a problemática da relação entre a linguagem científica e a construção do conhecimento científico. A linguagem científica pode ser analisada sob vários pontos de vista, o linguístico, o da comunicação, o da sua origem, da sua natureza e evolução, etc.. O que se pretendeu neste estudo foi apenas associá-la à construção do conhecimento num processo formal de educação. Abordaram-se duas perspectivas que pareceram importantes para a compreensão da problemática desta investigação, a relação entre a comunicação e a linguagem e a relação entre o pensamento e a linguagem, sendo desenvolvida a importância da linguagem científica e mais especificamente da terminologia científica na construção do conhecimento científico. Por último, reflectiu-se sobre a importância da linguagem científica/terminologia científica na formação de conceitos científicos utilizados nesta investigação.

A **Parte II** - Estudo Empírico, foi subdividida em dois capítulos. No **primeiro capítulo** - Metodologia da Investigação Empírica, foi feita uma breve reflexão sobre a metodologia a utilizar, a pertinência e justificação da escolha dos

instrumentos de recolha de dados seleccionados, assim como, a descrição do planeamento metodológico adoptado.

No **segundo capítulo** - Análise e Interpretação dos Dados, foi feita a leitura e interpretação do conjunto dos dados recolhidos, com base no quadro teórico, nos objectivos gerais e nas questões de investigação definidas.

Na **conclusão geral**, foram abordados os seguintes subtemas: conclusão da investigação teórico/empírica; limitações do estudo e recomendações para futuras investigações.

A conclusão da investigação teórico/empírica, foi baseada nos resultados obtidos ao longo do estudo investigativo, tendo como referencial o quadro teórico, os objectivos gerais e as questões de investigação.

Na **bibliografia geral**, estão indicados todos os autores que auxiliaram na escolha da problemática, assim como, os que permitiram o aprofundamento dos temas abordados na investigação. No **índice de autores** constam os autores referenciados ao longo do estudo, dando desta forma uma visão global dos autores mais relevantes para esta investigação.

No **anexo**, encontram-se os materiais auxiliares na recolha de dados e que serviram de base para o trabalho empírico deste estudo, como os questionários e texto que foram facultados aos alunos no decorrer da investigação. No anexo, também se encontram todos os elementos que permitiram a caracterização dos alunos participantes na investigação, assim como, alguns quadros correspondentes ao tratamento dos dados obtidos sobre as preferências quanto aos meios de informação a que os alunos têm acesso.

PARTE I

QUADRO TEÓRICO

Capítulo 1

Sociedade da Informação/Sociedade do Conhecimento

1 - Introdução

Aprender é estar atento a tudo o que nos rodeia. A informação que recebemos directa ou indirectamente, faz parte integrante da formação e dos saberes que possuímos. Actualmente a Sociedade da Informação/Sociedade do Conhecimento, plena de motivações e interesses faz chegar rapidamente até nós, todas as informações e inovações que acontecem em variados locais. Assim, deixámos de pertencer a um “local”, e passamos a estar inseridos no mundo.

Este capítulo pretende de modo sucinto, realçar a influência da globalização na Educação e particularmente na Educação em Ciência.

Numa sociedade plena de atractivos no âmbito da Ciência, nomeadamente com o acesso às novas tecnologias, reconhece-se que os conhecimentos científicos adquiridos pelos alunos, são muito influenciados pelas aprendizagens exteriores à escola e particularmente à sala de aula. Muitos dos temas estudados na sala de aula, já são conhecidos dos alunos, através das informações e das fontes informais de conhecimento, constituindo saberes, mais ou menos correctos, a que facilmente os alunos têm acesso.

Às mudanças sociais, estão associadas as mudanças no campo científico e as alterações que o Sistema Educativo tem sofrido. Neste capítulo, pretende-se conhecer de forma sintética, a evolução da sociedade desde o racionalismo até ao pós-modernismo de modo a se poder compreender como a globalização, afecta a educação.

Ao longo das mudanças sociais, o campo científico tem sofrido alterações radicais, tanto no modo de pensar, como no modo de agir sobre os fenómenos científicos.

Com a evolução social, o Sistema Educativo sofreu ao longo de décadas, alterações que vão correspondendo às mudanças sociais. Assim, pareceu útil para esta investigação, tentar compreender a sociedade em que se situa a educação actual. Como não cabe no âmbito deste estudo um desenvolvimento sobre este tema, optou-se por separar e resumir os seguintes subcapítulos:

- A Sociedade Actual, onde se evidenciam as mudanças sociais, com enfoque na economia pois este sector influencia tanto a evolução da Ciência, quanto a tecnologia que são factores essenciais de mudança na educação científica;
- A Globalização, onde se sublinham as vantagens e desvantagens da Sociedade da Informação, para a formação científica do cidadão;
- A Educação e a Globalização, pretende-se analisar como pode a Educação dar respostas numa sociedade que fornece velozmente informação e onde o cidadão necessita de possuir conhecimentos científicos;
- A Educação em Ciência, por último particulariza-se a educação científica e a sua necessidade numa sociedade repleta de conhecimentos científicos e de tecnologia.

A relevância deste capítulo para este estudo, é permitir compreender a importância da aprendizagem em Ciência, numa sociedade em mudança e repleta de informação e aprendizagens informais. Para que os alunos se interessem pela Ciência, a aprendizagem tem de considerar toda a informação e conhecimento informal que o aluno possui, quando chega à sala de aula. Durante o processo ensino/aprendizagem formal dos alunos, as fontes de informação e as diferentes linguagens a que têm acesso, são muito importantes, para se conseguir uma aprendizagem efectiva.

2 - A Sociedade Actual

No início do século XXI, segundo vários autores, encontramos-nos no início de uma nova era. Segundo Giddens, para designar esta transição, alguns autores referem a emergência de um novo tipo de Sistema Social: “Sociedade da Informação” ou “Sociedade de Consumo”, «mas cuja maioria sugere, antes, que um estado de coisas precedente se aproxima do fim (“pós-modernidade”, “pós-modernismo”¹, “sociedade pós-industrial”, “pós-capitalista”, etc.)» (Giddens, 1998, p.1). Para se poder entender como se chegou a esta transição, analisar-se-á muito sucintamente o período antecedente, ou seja, a era Moderna.

O período referente à era Moderna, não é consensual. Segundo Touraine (1992) é um período compreendido entre o Renascimento e os primórdios da era Industrial onde se desenvolveu: a organização do comércio e das regras de mercado; a criação da administração pública e do estado de direito; a difusão do livro e da crítica das tradições e dos privilégios. Nesta era, é a razão que desempenha um papel central, mais do que o capital ou o trabalho.

Segundo Giddens (1998), numa primeira abordagem ao que entende por modernidade diz o seguinte: «o termo “modernidade” refere-se a modos de vida e de organização social que emergiram na Europa cerca do século XVII e que adquiriram, subsequentemente, uma influência mais ou menos universal» (p.1).

A inovação da era Moderna consiste em separar o indivíduo do sagrado em prol de um sistema autoproduzido, autocontrolado e autorregulado, distanciando cada vez mais a ideia do Sujeito, que segundo Touraine (1992) é a vontade de um indivíduo em agir e ser reconhecido como agente que interfere na sociedade. Este

¹ Giddens estabelece a distinção entre estes dois termos: “O pós-modernismo, se é que significa alguma coisa, é mais indicado para referir estilos ou movimentos no âmbito da literatura, da pintura, das artes plásticas e da arquitectura. Diz respeito a aspectos de reflexão estética sobre a natureza da modernidade. A pós-modernidade refere-se a algo diferente, significa que a trajectória do desenvolvimento social está a levar-nos para longe das instituições da modernidade, em direcção a um tipo novo e distinto de ordem social” (Giddens, 1998, p.32).

autor refere ainda, «não há modernidade sem racionalização, mas também não há modernidade sem a formação de um sujeito-no-mundo que se sinta responsável em relação a si próprio e à sociedade» (Touraine, 1992, p.242), assinalando, que o indivíduo se transforma em agente inserido nas relações sociais, transformando-as, sem se identificar por completo com um grupo.

A racionalização é uma palavra nobre quando introduz o espírito científico e crítico em áreas até então dominadas por autoridades tradicionais e pela arbitrariedade dos poderosos, torna-se uma palavra temível quando designa o taylorismo e os outros métodos de organização do trabalho que destroem a autonomia profissional dos operários e os submetem a cadências e a imposições que se dizem científicas, «mas que não passam de instrumentos ao serviço do lucro, indiferentes às realidades fisiológicas, psicológicas e sociais do homem no trabalho» (Touraine, 1992, p.113).

A ideia de modernidade dominou a Europa até princípios do século XX e posteriormente todo o mundo ocidental, porém, a tentativa de formar uma sociedade racionalizada fracassou. Em primeiro lugar, porque a administração racional das coisas, que substituiria o governo dos homens, fracassou e em segundo lugar, porque a vida social transparente e construída por escolhas racionais, revelou-se cheia de poderes e conflitos.

Reclamava-se apenas o direito de todos ingressarem num mundo moderno que era visto como produtivo, livre e feliz. Esta imagem global desapareceu, a partir da segunda metade do século XX. O mundo actual afastou-se das ideias modernistas, o racionalismo não triunfou e a sociedade não foi construída por uma objectividade resultante da evolução científica e tecnológica. O declínio do racionalismo e as incertezas e complexidades ligadas à Ciência, puseram em causa as bases desta sociedade.

De acordo com Prigogine (1996), a Ciência tradicional associava conhecimento completo e certeza, desde que estivessem reunidas as condições iniciais apropriadas, estava garantida a previsão do futuro e a possibilidade de negar o passado. «A Ciência clássica, privilegiava a ordem, a estabilidade, enquanto agora reconhecemos em todos os níveis de observação o papel primordial das flutuações e da instabilidade» (Prigogine, 1996, p.12). Assim que a instabilidade foi incorporada, as leis da natureza adquiriram um novo sentido, passando a exprimir possibilidades.

Os modos de vida que a modernidade fez nascer, afastaram-nos de todos os tipos de ordem social, de uma forma sem precedentes. Tanto em extensividade como em intensividade, as transformações envolvidas na modernidade são mais profundas do que a maior parte das mudanças características dos períodos anteriores. «No plano da extensividade, serviram para estabelecer formas de interligação social à escala do globo; em termos de intensividade, vieram alterar algumas das características mais íntimas e pessoais da nossa existência quotidiana» (Giddens, 1998, p.3).

As condições necessárias para o crescimento económico, para a liberdade política e para a felicidade individual, já não pareciam ser análogas e interdependentes. A dissociação, que se estabelecia entre as estratégias económicas e a construção de um tipo de sociedade, de cultura e de personalidade, operou-se rapidamente definindo a ideia de pós-modernidade.

Segundo Giddens (1998), não chegámos à pós-modernidade, ainda não avançámos para além da modernidade, estamos precisamente na fase da sua radicalização.

A noção de desenvolvimento, conceito capital de meados do século, é uma palavra-chave na qual se encontram todas as divulgações ideológico/políticas. Porém, a noção de desenvolvimento entra em crise, quando se pretende integrar

harmoniosamente, as noções de crescimento, desabrochamento, liberdade, felicidade, equilíbrio, etc., torna-se problemático e estas noções entram em antagonismo. Ao longo da década de 60, as sociedades ocidentais, que em sociologia se denominaram “sociedades industriais avançadas”, conhecem efectivamente um grande desenvolvimento científico e tecnológico originando um crescimento industrial quase contínuo, uma elevação global em termos monetários da sua riqueza e em termos de poder de compra, do seu nível de vida. Tudo parece caminhar no sentido de uma integração crescente, de uma conquista cada vez maior do bem-estar, de um desabrochamento tranquilo da vida individual na vida privada e no lazer. «Pressente-se porém, que neste e por este desenvolvimento se está a preparar e que se anuncia uma crise» (Morin, 1998, p.343).

O grande mito da década de 50, quer seja sob a forma “capitalista” ou “socialista”, era que o desenvolvimento, se não ia conceder felicidade, ia pelo menos criar condições verdadeiras para o desabrochar da felicidade humana. No entanto, foi exactamente nos lugares em que se realizaram as condições materiais, técnicas e económicas para a felicidade que o mal-estar se desenvolveu.

Nos países mais desenvolvidos científica e tecnologicamente, houve um aumento do consumo, porém surgiu um mal estar correspondente à crise do indivíduo, já que o desenvolvimento não implicava directamente a sua felicidade. O poder era restrito, interdito às minorias étnicas e às mulheres.

Na década de 70 procurou-se colmatar o mal estar referido, através do desenvolvimento local, regional e social. Nesta década a grande preocupação na educação era a de irradiar o analfabetismo. Até aqui, o pensamento dominante assentava na Ciência, como “chave” que permitia resolver todos os problemas.

Na década de 80, surgiu uma nova ordem económica mundial. Com a globalização, aparecem novos pólos de dinamismo baseados no comércio mundial. Começaram a ser postas em causa as avaliações de desenvolvimento e os

indicadores escolhidos para os critérios de desenvolvimento de um determinado país ou região, ou seja, concluiu-se que os problemas económicos e educacionais por exemplo em África, não poderiam ser tratados do mesmo modo que os problemas, por exemplo, na América Latina. Os indicadores utilizados e a sua análise não poderiam ser aplicados indiscriminadamente em qualquer região.

Na era pós-moderna e do ponto de vista económico, dão-se transformações importantes: a mundialização do capitalismo que se converte em exportador de capital, acompanhado do endividamento massivo dos países pouco desenvolvidos; nova organização empresarial, com a consolidação das grandes empresas multinacionais, para construir grandes redes de pequenas empresas com unidades situadas em vários países e dirigidas por um cérebro empresarial que está distante; início da incorporação de novas tecnologias informáticas que reduzem o trabalho humano nas empresas com o aparecimento do controlo automático, dispensando pessoas e tendo o objectivo de passar a produzir com qualidade, substituindo o anterior objectivo da quantidade. Perante estes objectivos, a Ciência teve um desenvolvimento extraordinário de modo a corresponder às transformações sofridas pela Sociedade.

Actualmente, conscientes ou não o destino de cada um de nós é traçado à escala mundial. Deixámos de viver numa comunidade fechada e passámos a viver num mundo sem fronteiras económicas e financeiras ou mesmo físicas, científicas, culturais ou políticas.

3 - A Globalização

Porque qualquer comunidade está inserida numa sociedade, temos de a “pensar” de forma globalizante. Todos os campos: tecnológico, científico, político, económico e até cultural, estão ligados de forma universal, portanto, os problemas

da comunidade têm de ser analisados e resolvidos num contexto de sociedade mundial.

A globalização pode ser definida como a intensificação das relações sociais de escala mundial, relações que ligam comunidades distantes de tal maneira que as ocorrências locais são moldadas por acontecimentos que se dão a muitos quilómetros de distância, e vice-versa. Este processo é dialéctico porque as ocorrências locais podem ir numa direcção inversa das relações muito distanciadas que as moldaram. «A transformação local faz parte da globalização tanto como a extensão lateral de ligações sociais através do espaço e do tempo» (Giddens, 1998, p.45).

A globalização iniciou-se pelo campo económico dando origem a uma nova economia mundial que afecta em simultâneo, todos os países do mundo. Toda a economia se tornou dependente de movimentos de capitais, sendo a economia de cada país rapidamente afectada, mesmo que se encontre longe do locais de decisão. As actividades comerciais, industriais, bem como as científicas, foram também afectadas pela abertura de fronteiras, o desenvolvimento do campo científico e tecnológico, deixou de ser fechado e constituíram-se redes ligadas entre si facilitando a troca de informação, o que trouxe benefícios para a evolução do conhecimento científico, mas agravou mais as disparidades e a exclusão social (Delors, 1998).

Nos países mais avançados tecnologicamente, o acesso rápido à informação e à comunicação, derrubam fronteiras pondo ao dispor de todos, informações detalhadas e actuais. Este acesso rápido por parte dos países mais ricos, cava um fosso enorme de conhecimentos e desenvolvimento científico e tecnológico entre os países ricos e os países pobres. Toda esta circulação de imagens e palavras, tornam-se extremamente caras para países de poucos recursos económicos, no entanto, a sua ausência origina um progressivo atraso, formando um círculo

vicioso. Por esta via, foram sendo excluídos os países mais pobres, aumentando a diferença de conhecimentos e afastando-os do desenvolvimento tecnológico.

O domínio dos sistemas de informação dá às grandes potências ou indústrias, um poder cultural, científico e político sobre as populações inaptas para interpretar e criticarem as informações recebidas. A minoria dos países ou indústrias que possuem esse monopólio cultural e científico, exercem sobre um vastíssimo público, o domínio e a imposição da sua cultura. Esta falsa “cultura mundial” provoca nos que sofrem a sua influência um sentimento de espoliação e de perda de identidade (Delors, 1998). O indivíduo actual, tem de compreender, acompanhar e participar nesta nova cultura científica e tecnológica.

No início deste século, dá-se a transformação das sociedades no sentido da globalização e também no sentido da busca das suas próprias raízes. O indivíduo sente-se confuso perante a complexidade do mundo moderno, que altera os seus hábitos e as suas referências, estando o homem pós-moderno afectado pela evolução que ocorre para lá das fronteiras do seu grupo social.

Com a globalização, actualmente, podemos entrar em contacto quase que instantaneamente com pessoas de culturas, conhecimentos e interesses diferentes. Porém, a globalização não apresenta apenas benefícios, mas também aspectos negativos, tais como; os problemas ambientais que ultrapassam fronteiras, sendo muitas vezes os países menos desenvolvidos que suportam os efeitos negativos da industrialização. «Outro problema futuro, é a multiplicidade de línguas, expressão da diversidade cultural da humanidade» (Delors, 1998, p.38). As línguas habitualmente utilizadas como veículos de comunicação e que permitem o diálogo entre pessoas que falam a mesma língua, adquirem cada vez mais importância, devido à maior mobilidade das populações e ao desenvolvimento dos meios de comunicação social. De um modo geral, a diversidade linguística não devia ser considerada, unicamente, como um obstáculo à comunicação entre diferentes

grupos humanos, mas antes, como uma fonte de enriquecimento. «As exigências da globalização e da identidade cultural, não devem ser consideradas como contraditórias mas como complementares» (Delors, 1998, p.39).

Actualmente, vivemos numa Sociedade da Informação² onde o avanço da Ciência e da tecnologia, nos permite receber ininterruptamente enormes quantidades de informação.

Esta sociedade, permite-nos acesso rápido a todos os saberes e acontecimentos que ocorrem no mundo, por isso, devemos ser preparados para conhecermos melhor a nós próprios e aos outros, assim como, o mundo onde vivemos (Delors, 1998). Devido à imensa quantidade e diversidade de informação disponível, temos de ser capazes de relativizar os factos e ter sentido crítico perante a informação, ou seja, devemos possuir a capacidade de discernir, seleccionar e organizar, o que significa pensar, transformando a Sociedade da Informação na Sociedade do Conhecimento.

O Livro Verde para a Sociedade da Informação em Portugal, (1997), refere que: «A Sociedade da Informação exige novos conhecimentos e novas práticas, obriga a um esforço de aprendizagem permanente. Há necessidade de dispor de trabalhadores cada vez mais flexíveis e dinâmicos com abertura e receptividade à mudança» (p.58). Por isso, as tecnologias de informação e da comunicação adquirem uma grande importância na educação, contribuindo para a melhoria dos processos de ensino/aprendizagem, reconhecendo-se actualmente à escola o papel primordial na construção da Sociedade da Informação/Conhecimento.

A sociedade pós-moderna – a sociedade programada, como a classifica Touraine (1992) – reconhecerá a formação de uma cultura e de novas relações

² «A expressão “Sociedade da Informação” refere-se a um modo de desenvolvimento social e económico em que a aquisição, armazenamento, processamento, valorização, transmissão, distribuição e disseminação de informação conducente à criação de conhecimento e à satisfação, das necessidades dos cidadãos e das empresas, desempenham um papel central na actividade económica, na criação de riqueza, na definição da qualidade de vida dos cidadãos e das suas práticas culturais. A Sociedade da Informação, corresponde a uma sociedade cujo funcionamento recorre crescentemente a redes digitais de informação» (Livro Verde, 1997, p.7).

sociais, ligadas à substituição da produção material pela cultural. Neste contexto, a escola tem um papel fundamental. Numa sociedade em que as produções culturais prevalecerão sobre as materiais, a escola terá que acompanhar esta mudança.

4 - A Educação e a Globalização

Pelo que foi exposto anteriormente, as diferentes alterações sociais, originaram mudanças económicas científicas e culturais que afectaram evidentemente a filosofia da Educação.

A educação é um processo dinâmico que deve proporcionar a flexibilidade de pensamento, dando ensejo a uma formação cultural, de forma a que o sujeito possa adaptar-se às transformações das condições sociais e económicas e ser capaz de acompanhar a mudança. Nesta perspectiva, o processo de educação não é finito, pois o sujeito precisará de estar continuamente a aperfeiçoar-se e a actualizar-se, para poder ser capaz de enfrentar os desafios de um desenvolvimento científico rapidíssimo e de uma sociedade em constante transformação.

Ao tentar compreender o mundo, temos que forçosamente compreender as relações entre seres humanos e o seu ambiente. Assim, a educação deverá no seu papel de formação, “ensinar” o relacionamento entre homens e a Ciência, devendo também consciencializar o indivíduo para as suas raízes e ensinar-lhe a respeitar as outras culturas.

Sendo a educação e mais especificamente a educação científica, vista como um meio de efectivar a cidadania, a coesão social, a dignificação humana e a responsabilidade na qualidade de vida, esta tem de ser um processo de formação centralizada no sujeito para que ele próprio possa estruturar as suas opções.

O conceito de educação equivale a um processo de crescimento e desenvolvimento que se vai construindo ao longo da vida, entendendo-se por

crescimento um aumento da dimensão dos conhecimentos e por desenvolvimento a acção que resulta dos conhecimentos que vão sendo adquiridos. Este conceito, permite concluir que é o Sistema Educativo que deve desenvolver as competências e aptidões necessárias para que a aprendizagem se faça ao longo da vida, devendo a educação ter em conta, tanto os conhecimentos formais como os informais. «Qualquer sistema escolar traz a marca da sociedade que o produziu e está organizado segundo a concepção da vida social, dos organismos da vida económica, das relações sociais, que animam essa sociedade» (Postic, 1990, p.13).

O desenvolvimento da sociedade actual, proporcionou uma transferência das funções familiares para agentes sociais especializados, como a escola. Porém, segundo Musgrave (1979), não há limite para a influência do ambiente familiar e a actuação dos pais reflecte-se no comportamento do aluno e influencia o modo como ele recebe as informações fornecidas pela escola.

Actualmente, cabe à educação fornecer as bases das competências necessárias para tornar o indivíduo apto a “lidar” com a Sociedade. É necessário que ao longo da vida sejam aproveitadas todas as ocasiões para actualizar, aprofundar e enriquecer todos os conhecimentos adquiridos adaptando-os ao mundo em mudança. Para se efectivar esta aprendizagem ao longo da vida, segundo Delors (1998) serão necessários quatro pilares bases da educação:

- *aprender a conhecer*, adquirir os instrumentos da compreensão, ou seja, dominar os próprios instrumentos do conhecimento. O aumento dos saberes nomeadamente os científicos, permite conhecer melhor o ambiente, favorece a curiosidade intelectual, estimula o sentido crítico e permite compreender a realidade.
- *aprender a fazer*, para poder agir sobre o meio envolvente. Esta aprendizagem tem como objectivo ensinar o indivíduo a pôr em prática os seus conhecimentos.
- *aprender a viver juntos*, a fim de participar e cooperar com os outros em todas as actividades humanas. Esta aprendizagem, representa um dos grandes desafios da

educação, incentivar a participar em actividades de grupo, permite a iniciação dos jovens em projectos de cooperação.

- *aprender a ser*, via essencial que integra as três precedentes. A educação deve contribuir para o desenvolvimento total do indivíduo, permitindo que devido à sua educação consiga elaborar pensamentos autónomos e críticos e formular os seus próprios juízos de valor, de forma a poder decidir e agir perante as diferentes circunstâncias da vida. A educação científica permite uma ampla visão da realidade, contribuindo para uma intervenção do indivíduo na Sociedade.

A educação de um jovem não se efectua apenas no âmbito escolar e da família. Com a rápida evolução da sociedade da informação, os meios de comunicação atingiram um enorme desenvolvimento num grande raio de acção. A rádio, a TV e mais recentemente a Internet, são ainda os meios que mais influenciam os jovens, pela sua acessibilidade em quase todos os lares. Aprende-se cada vez mais fora da escola, aprende-se muito sozinho e os meios de comunicação e informação, permitem isso.

Na democratização da sociedade, a escola tem um papel muito importante, facilitando o acesso às tecnologias de informação e à capacidade real da sua utilização a todos os alunos, sendo neste caso a escola, um meio privilegiado de actuação para o combate à desigualdade das condições de acesso à informação.

A escola pretende formar alunos em duas vertentes complexas e diferentes, que na prática estão interligadas, uma refere-se à formação pessoal e a outra à aprendizagem formal. Embora com alguma desigualdade, quando os alunos chegam à escola, já tiveram acesso a uma enorme quantidade de informação, através do cinema, TV, rádio, jornais, revistas, publicidade, BD, Internet, jogos de vídeo, etc.. Este acesso diversificou o processo de aprendizagem e sobretudo a forma de ver o mundo e de interpretar os fenómenos científicos. Estes meios de comunicação a que o aluno facilmente tem acesso, valoriza muitas vezes a emoção

e o consumo fácil de informação que de certo modo, vai estruturando e organizando a forma de pensar do jovem.

Quando na escola o aluno é confrontado com outra forma de informação, outro modo de estruturar o pensamento e de abordar os assuntos, ele depara-se com outra cultura que por vezes rivaliza com a sua cultura familiar e social, muitas vezes baseada nos conhecimentos quotidianos transmitidos de geração em geração, nos conhecimentos baseados nas experiências do sujeito, nas superstições e nas crenças.

A actual Sociedade da Informação, permite aos alunos chegarem à escola com um excesso de informação, acrescido da dificuldade em compreendê-la, resultando por vezes em esquecimento rápido. Hoje em dia, os alunos não têm o mesmo suporte de conceitos informais, nem sabem o mesmo que os alunos de há alguns anos atrás. O acesso fácil tanto aos órgãos de informação tradicionais, como mais recentemente à Internet, permite a estes alunos desenvolverem capacidades e formas de aprendizagem diferentes das tradicionais. Este facto, suscita uma mudança no sistema educativo de modo a cativar estes alunos que possuem saberes e motivações a que o ensino tradicional não consegue corresponder.

Segundo Legroux (1981), a informação é um dado exterior ao sujeito, que se armazena e é transmissível podendo facilmente ser veiculada. O grau de integração da informação para o sujeito, pode ser nulo ou “fraco”, desde que esta tenha pouco significado para si. Quando o grau de integração das informações é grande, o sujeito liga-as com os seus conhecimentos anteriores, transformando a informação em saber.

Segundo o mesmo autor (1981), o saber é constituído por informações que foram organizadas pela actividade intelectual do sujeito, sendo esta uma forma de armazenar a informação na nossa memória. A estruturação do saber, é de ordem temporal. Os novos saberes, integram os adquiridos anteriormente pelo sujeito e

conduz a uma reconstrução permanente de ordem pessoal. «O significado do saber para o sujeito reside nas relações que ele estabelece entre as informações» (Legroux, 1981, p.136). O saber é do domínio cognitivo do sujeito, pertencendo este à totalidade do sujeito.

Quanto ao conhecimento, «é um saber vivido e integrado, porque é vivido na globalidade de um contexto» (ibid. p.138). O conhecimento é resultado de experiências pessoais, ou seja, de uma actividade total do sujeito que assimila o saber e o adapta. O conhecimento confunde-se com a identidade do sujeito, não é quantificável e não é transmissível, é da ordem do afecto-cognitivo.

Na escola, é exigido ao aluno que construa as suas próprias concepções sobre o mundo real e que desenvolva a sua capacidade de construir significados. Entre as aprendizagens e modos de construir o conhecimento de forma informal e as adquiridas na escola, existe uma grande diferença, porém, as primeiras não podem ser ignoradas e devem constituir a base para a construção de novos conhecimentos escolares.

5 – A Educação em Ciência

Segundo Mialaret (s.d.), a educação científica caracteriza-se por um conjunto de conhecimentos e é constituída pela criação e o desenvolvimento de um certo número de estruturas e de processos psicológicos que vão modificar a visão do mundo do sujeito e a sua maneira de o apreender, de o utilizar e de o dominar.

O ensino da Ciência deverá proporcionar aos alunos uma cultura científica que lhes permita abordar questões sociais que provêm dos recentes desenvolvimentos tecnológicos. Segundo Cachapuz (1995), é importante considerar o ensino da Ciência como uma formação para a literacia científica e não pensarmos exclusivamente em formar cientistas.

A enorme difusão dos meios audiovisuais e da imprensa, permite uma relação fácil com o público. Todavia, as informações obtidas por estes meios, parecem tender mais, para a quantidade e o supérfluo do que para a qualidade e o necessário.

Compete ao ensino, proporcionar aos alunos critérios e oportunidades para poderem estruturar a informação do quotidiano, por vezes fragmentada ou mesmo distorcida. Um dos objectivos do ensino da Ciência e das tecnologias, será contribuir para a formação de uma cultura científica e tecnológica da população, visando o desenvolvimento do país (Rutherford, 1995).

Segundo Gago (s.d.), existe uma contradição paradoxal do “espírito científico” de sociedades onde a maioria dos cidadãos não produzem saber científico nem o compreendem, mas no entanto, são permanentemente solicitados pela racionalidade científica dos objectos. A imagem da Ciência junto do público, aparece como um mundo fechado, eficaz mas de difícil compreensão. Segundo o mesmo autor, o estatuto do ensino da Ciência tende a conduzir à transmissão pelo ensino de conclusões ou de aspectos meramente formais das ciências, ao empobrecimento dos seus conceitos e dos seus processos de interrogação.

Nos últimos anos, tem crescido o interesse da maioria dos cidadãos pela Ciência e pelo desenvolvimento tecnológico. No entanto, a divulgação dos livros, revistas e documentários científicos “passados” na TV, não são suficientemente esclarecedores para o cidadão comum que não possui conhecimentos aprofundados das matérias científicas.

Os debates públicos e a divulgação nos *mass media* sobre assuntos científicos, têm não só divulgado a Ciência como introduzido na linguagem do quotidiano, palavras que constituem um vocabulário específico da Ciência.

Hoje em dia, inúmeros conceitos científicos, são divulgados através dos instrumentos utilizados pela Sociedade da Informação. Se a aprendizagem escolar

não estiver relacionada com esta realidade, será uma aprendizagem sem sentido, tendo apenas como meta principal, a passagem de ano e posteriormente a conclusão de cada ciclo escolar. Assim, as escolas tornam-se locais difíceis para quem aprende e para quem ensina. Aos alunos, compete compreender e adaptarem-se à nova forma de aprender e aos professores, cabe a tarefa de comunicar com os alunos através de formas de ensino que estejam o menos possível distantes da aprendizagem informal do aluno. Apesar do fácil e abundante acesso à informação, o aluno necessita de estudar, reflectir, analisar, trabalhar em grupo, desenvolver pesquisas, experimentar laboratorialmente, desenvolver trabalho de campo e para a formação da cidadania necessita de o fazer em cooperação com outros e de um modo construtivo.

A educação em Ciência deverá auxiliar o aluno a desenvolver conhecimentos e hábitos de pensamento necessários para enfrentar a sociedade actual, de forma a poder participar consciente e activamente na construção e protecção de uma sociedade “aberta” e justa. Hoje em dia, os problemas sociais são globais. O crescimento da população, as chuvas ácidas, a poluição do ambiente, os conflitos sociais, as desigualdades a vários níveis etc., são problemas cuja resolução dependem da sensatez com que a humanidade fizer uso da Ciência e da Tecnologia que tem ao seu dispor.

A educação em Ciência pode fornecer à humanidade o conhecimento do ambiente biofísico e do comportamento social necessário para encontrar soluções eficazes para os problemas locais e globais (Rutherford, 1995).

«O potencial de melhoramento da vida que a Ciência e a Tecnologia nos oferecem não pode ser entendido, a não ser que o público em geral, venha a compreender a Ciência e a adquirir hábitos mentais científicos» (Rutherford, 1995, p.17). Para o ensino da Ciência na escola, ser efectivo, não pode recorrer a conceitos memorizados que não foram compreendidos.

A literacia científica, pretende dar a conhecer o mundo natural permitindo assim, o respeito pela sua unidade e a compreensão de alguns conceitos e princípios científicos essenciais e a capacidade de usar os conhecimentos e a forma de pensar científica, para fins tanto pessoais, como sociais.

«A literacia científica é actualmente vista como uma competência cívica, que requer pensamento racional acerca da Ciência em relação à pessoa, à sociedade, à política e aos problemas económicos» (Hurd, 1998, p.410).

6 - Conclusão

A sociedade do conhecimento proveniente da rápida evolução tecnológica surgiu alterando o modo e a forma de educar os nossos jovens. A actual educação, está integrada num processo de transição de uma sociedade com base industrial, para a sociedade do conhecimento.

Perante o progresso social, o conceito de educação está a evoluir de um processo inserido no espaço e no tempo, em que o aluno conclui os vários níveis de ensino vigentes no sistema de educativo, para um processo de aprendizagem ao longo da vida. A educação articula-se com a Sociedade da Informação emergente, pela possibilidade de acesso a dados e factos que permitem a aquisição, actualização e utilização da informação.

A sociedade necessita de cidadãos, não apenas informados mas com conhecimentos científicos suficientes para intervirem de forma consciente nas grandes decisões que afectam todos nós. Nos nossos dias, a iliteracia científica provoca as desigualdades e exclusões que o analfabetismo originou a algumas décadas atrás.

Capítulo 2

Ciência e Conhecimento Científico

1 - Introdução

Neste capítulo dedicado à Ciência, houve a intenção de sucintamente mostrar como a evolução científica, tornou indispensável aos indivíduos, o domínio dos conhecimentos científicos para sobreviverem na sociedade vigente. Actualmente a Ciência deixou de ser estática, absoluta, do conhecimento de apenas alguns privilegiados e deixando de ser a resolução para todos os problemas sociais. Antes pelo contrário, a Ciência actual mostra-se dinâmica, progride pelas suas incertezas, permite uma evolução da tecnologia de modo impressionante e pretende-se que seja divulgada e discutida em público.

A aprendizagem em Ciência, tal como a aprendizagem na sua globalidade, sofreu grandes mudanças de paradigmas acompanhando a evolução da sociedade. Com este capítulo pretende-se sublinhar que a evolução da Ciência originou mudanças de paradigma no seu ensino e que se não houver uma aprendizagem científica efectiva, os jovens serão cidadãos mal integrados na sociedade do conhecimento.

As alterações sociais e a evolução da Ciência, implicam um ensino/aprendizagem adequado à mudança. A construção do conhecimento que acontece fora da sala de aula, deve ser também, acompanhada pelo professor através de diálogo e de acordo com o nível etário e cognitivo dos alunos.

A problemática desta investigação, limita-se ao estudo da relação entre a linguagem científica e a construção do conhecimento científico. Para isso, recorreu-se à aprendizagem de conceitos científicos, tendo em conta a aprendizagem informal prévia e a definição de conceitos científicos.

A relevância deste capítulo para esta investigação, foi tentar compreender a importância da aprendizagem de conceitos científicos, nomeadamente a sua definição, sendo através dos conceitos científicos que se pretende relacionar a linguagem científica e a construção do conhecimento científico dos alunos.

2 – O Conhecimento Científico

No fim da Idade Média, já existia experimentação a qual permitiu o início do alargamento das fronteiras do pensamento, no entanto, estavam na sua maior parte, tal como os teóricos do *impetus*,³ nas margens do sistema aristotélico que, no ano de 1500, parecia tão válido para um pensador racionalista como teria parecido mil e quinhentos anos antes (Holton, 1998). Apesar de haver quem observasse meticulosamente a natureza e avançasse no aperfeiçoamento das observações, tendia-se para compilar enciclopédias meramente descritivas. Quando surgia algo a ser explicado, não havia a capacidade de tirar ilações teóricas das observações, continuava-se a argumentar a partir do sistema de explanação que lhes fora facultado pela filosofia antiga.

No início do séc. XVII, a antiga explanação do Universo, fruto da Ciência existente, estava em decadência. Começava a emergir o que os seus contemporâneos reconheceram claramente como a revolução científica e que constitui o valor da Ciência moderna (Butterfield, 1992).

Desde a Antiguidade até à Idade Moderna, a Ciência esteve ligada à Filosofia. Enquanto conhecimento autónomo, a Ciência, tem pouco mais que trezentos anos, apesar de existirem já na Antiguidade conhecimentos em relação

³ No séc. XIV, as teorias Aristotélicas sobre o movimento, foram postas em causa, pela doutrina do *impetus*, que embora imperfeita, representou o primeiro estágio na história da revolução científica. Contribuíram para esta teoria Buridan e Oresme. De acordo com a visão destes pensadores, um projectil era impulsionado por um ímpeto adquirido, sendo todos os corpos capazes de o adquirir, pelo simples facto de estarem em movimento. Supunha-se ainda que este *impetus* se encontrava dentro do próprio corpo (Butterfield, 1992).

aos quais se pode utilizar o termo Ciência, nomeadamente a Matemática e a Astronomia.

O movimento cultural e científico do Renascimento, criou condições para a relação entre o homem e a natureza ser vista de outro modo. O Homem perante o mundo, passou a observar e experimentar, deixando de ter a postura de simples contemplador. « O abandono do ideal contemplativo traz pois consigo a obrigação de criar um tipo de pensamento simultaneamente rigoroso e apropriado aos fenómenos, aos que efectivamente se oferecem ao homem, entre os quais o próprio Homem » (Revel, s.d., p.49).

A partir do séc. XVIII, a Ciência clássica transformou-se de modo radical, e juntamente com as mudanças das ciências da natureza, constituíram o que se veio a chamar, Revolução Científica.

A investigação actual, sugere que a maior contribuição da passagem do hermitismo para as ciências baconianas, e posteriormente para a Revolução Científica, foi a figura fáustica do mago, preocupado em manipular e controlar a natureza, auxiliado muitas vezes por engenhosos inventos, instrumentos e máquinas, sendo Bacon uma figura de transição entre o mago e o filósofo experimental (Kuhn, 1977).

Desde há cerca de uma década, um movimento entre alguns académicos, divulgadores e teóricos têm desafiado a legitimidade da Ciência na nossa cultura, influenciando a opinião pública. Este movimento não se traduz apenas numa preocupação de início do séc. XX, mas sim de uma oposição a alguns pressupostos da civilização ocidental provenientes do período do iluminismo. «Este movimento de contra cultura, nega o pressuposto da Ciência segundo o qual, esta pode conduzir a um conhecimento que é progressivamente aperfeiçoável, em princípio de acesso universal, baseado no pensamento racional e potencialmente útil para a sociedade como um todo» (Holton, 1998, p.15).

O estudo dos problemas relativos ao significado da Ciência, à sua estrutura e ao seu papel, parte do princípio que uma acrescida consciência desses problemas pode ser de grande utilidade, tanto para o filósofo, como para o cientista assim como, para qualquer pessoa de cultura. A Ciência tem como princípio que o Universo é um sistema único no qual as regras básicas são sempre as mesmas, os conhecimentos adquiridos a partir de um dado estudo de uma parte do Universo, podem ser aplicados a outra parte do Universo. Sendo porém, um processo de produção de conhecimento, depende simultaneamente, da observação cuidada dos fenómenos e da criação de teorias que dêem sentido àquelas observações. Como novas observações, podem pôr em causa as teorias já estabelecidas, a evolução do conhecimento é inevitável. Não havendo nenhuma maneira de chegar à verdade absoluta, podem fazer-se aproximações cada vez mais exactas para explicar o mundo e o seu funcionamento.

De acordo com vários autores de diferentes formações académicas, podemos verificar que o conceito de Ciência é variável.

Para Bachelard (1971), perante a realidade, «aquilo que se julga saber claramente, ofusca aquilo que se deveria saber» (Bachelard, 1971, p.165). O mesmo autor, refere que «quando se apresenta à cultura científica, o espírito nunca é jovem, é mesmo muito velho, pois tem a idade dos seus preconceitos» (p.166) e diz ainda que, ter acesso à Ciência é, espiritualmente rejuvenescer, é aceitar uma mudança brusca que deve contradizer um passado.

A Ciência para Bronowski (1992), «é a organização do nosso conhecimento de tal modo que se apodera de uma parte cada vez mais considerável do potencial oculto da natureza» (p.62).

Para Morin (1990), a Ciência é, de alguma forma, um local em que aparecem os antagonismos de ideias, as concorrências pessoais e até os conflitos e as invejas mais mesquinhas. Essa conflitualidade, só é operacional e fecunda, porque existe

precisamente a aceitação da regra do jogo, e porque existe o consenso fundamental de todos os intervenientes no conflito. «O conflito é extremamente fecundo e pode dizer-se que a Ciência, mesmo quando desemboca em teorias extremamente simplificadas, se fundamenta na complexidade do conflito, ela caminha em quatro patas, todas independentes: o empirismo e o racionalismo, a imaginação e a verificação» (Morin, 1990, p.42-43). Mas a Ciência também consiste em observar fenómenos e expor o resultado aos outros, a fim de que estes o possam confirmar. Só quando se chega a acordo acerca do que objectivamente ocorreu ou ocorre com certa regularidade é que se possui uma base firme de entendimento. Segundo Caraça (1997), aquilo que hoje se chama Ciência é um campo cognitivo constituído por um enorme número de disciplinas científicas, mas a consciência da diversidade dessa área não impede que vejamos a sua unidade estratégica, baseada num critério de validade «colectivo» representado pela prova empírica.

Por sua vez, Bohr pensava que, pertence aos pressupostos fundamentais da actual Ciência, os cientistas falarem sobre as suas medições numa linguagem estruturadamente igual à que utilizariam para exprimir as experiências do quotidiano. «Aprendemos que esta terminologia, é de facto, um instrumento muito imperfeito no que se refere à nossa orientação e entendimento. No entanto, ele constitui o pressuposto da nossa Ciência» (Bohr, 1971, p.186).

2.1 - Relação entre o sujeito e o objecto no conhecimento científico

Segundo Sousa Santos (1989), as correntes objectivistas, naturalistas e empiristas concedem privilégio à participação do objecto, aos factos e à observação, ao contrário das correntes racionalistas, idealistas e subjectivistas que privilegiam o sujeito, a teoria e os conceitos.

Para Hessen (1975), o conhecimento apresenta-se como uma relação entre dois elementos, que nela permanecem eternamente separados um do outro: o sujeito e o objecto. O dualismo sujeito e objecto, pertence à essência do conhecimento. A relação entre estes dois elementos é ao mesmo tempo uma correlação, o sujeito só é sujeito para o objecto, e o objecto só é objecto para o sujeito. Sobre o mesmo tema, Piaget (1972), refere que o conhecimento é um processo dinâmico, em que há permanente interacção entre o sujeito e o objecto. Na sua perspectiva não é possível separar o sujeito do objecto, assim como não é possível separar um organismo vivo do seu meio.

O conhecimento pode definir-se, por último, «como uma determinação do sujeito pelo objecto» (Hessen, 1975, p.27). Porém, o conhecimento é um processo complexo que implica o recurso a várias faculdades. Podendo-se assim definir que, «todo o acto de conhecimento é uma trajectória de um ponto A, que designamos por ignorância, para um ponto B, que designamos por conhecimento» (Sousa Santos, 2000, p.29). «A Ciência moderna consagrou o Homem enquanto sujeito epistémico, mas expulsou-o enquanto sujeito empírico» (ibid., p.77).

Um conhecimento objectivo e rigoroso não pode sofrer interferência humana, com esta base construiu-se a distinção sujeito/objecto. A Ciência moderna segundo Sousa Santos (2000), garante a separação entre as condições do conhecimento e o objecto do conhecimento. No entanto, esta separação contém algumas contradições. A separação entre sujeito e objecto do conhecimento é feita de cumplicidades não reconhecidas.

Sousa Santos (2000), refere que «a distinção entre sujeito e objecto é facilitado pelo desenvolvimento da Ciência moderna e da sociedade de consumo assente na tecnologia» (p.79).

Com o surgimento da mecânica quântica anunciou-se o regresso do sujeito ao demonstrar que o «acto de conhecimento e o produto do conhecimento eram

inseparáveis» (ibid., p.79). Actualmente «na fase posterior ao consumo massificado, caracterizada pela personalização e clientelização dos objectos, este processo é mais evidente que nunca» (ibid., p.79). Trata-se segundo o mesmo autor (2000), de uma falsa subjectivação, pois os objectos são subjectivados de modo a aumentarem a sua competência como objectos, porém sublinha o limite da distinção entre sujeito e objecto. Pode-se assim afirmar que o objecto é a continuação do sujeito por outros meios, por isso todo o conhecimento é auto-conhecimento.

2.2 - Objectividade e subjectividade em Ciência

Tradicionalmente a principal característica do conhecimento científico, é a objectividade, no sentido em que a Ciência tenta afastar do seu domínio, todo o elemento afectivo e subjectivo, desejando ser independente das tendências pessoais do sujeito que a elabora. Porém, a evolução da Ciência especialmente da Física, mostrou a impossibilidade de separar o objecto do sujeito e de eliminar por completo o observador. Isto é essencial na Física, nomeadamente na teoria da relatividade e física quântica onde a objectividade é mais complexa do que parecia ser antes de surgirem estas teorias.

Segundo Bachelard (1986), é na actividade científica onde talvez seja mais realçado o duplo sentido do ideal de objectividade: o valor simultaneamente real e social da objectivação. «Desde que o objecto se apresenta como um complexo de relações, é preciso captá-lo por métodos múltiplos» (Bachelard, 1986, p.15). A objectividade não pode desligar-se dos caracteres sociais. Só se pode alcançar a objectividade expondo discursiva e pormenorizadamente um método de objectivação.

Segundo Morin (1990), as teorias científicas fundamentam-se em dados, que são objectivos, pelas verificações, pelas falsificações, isto é, absolutamente incontestáveis. Aquilo que se pode contestar é que as teorias sejam objectivas. Uma teoria não é o reflexo da realidade, é uma construção humana, uma construção lógico-matemática, a qual permite responder a certas perguntas que se fazem ao mundo, ou seja, à realidade. Uma teoria fundamenta-se em dados objectivos, mas a teoria em si, não é objectiva. Para o senso comum, segundo Chalmer (1987), a Ciência é objectiva. «Pode-se confiar no saber científico, porque ele é um saber objectivamente provado» (p.19).

A objectividade é determinada por observações e verificações, evidentemente concordantes e sendo uma das características do conhecimento científico, depende do método usado pela Ciência. A objectividade é conquistada progressivamente perante aproximações indefinidas e é tanto mais fraca quanto «mais imediato é o conhecimento dos objectos, uma vez que a chamada leitura imediata comporta uma mistura íntima de elementos objectivos e subjectivos» (Piaget, 1981, p.136). Estes elementos tentam dissociar-se de forma a chegarem aos objectos, para reduzir o mais possível os erros subjectivos tanto de leitura como de interpretação.

2.3 - Verdades e certezas em Ciência

Até ao séc. XIX, a Ciência assentava no princípio do determinismo, considerando que os processos da Natureza consistiam num rigoroso encadeamento de causas e efeitos, nada era incerto e indeterminado na Natureza. A Ciência era exacta e só o que era mensurável era susceptível de estudo científico, o objectivo da Ciência era medir os fenómenos, descrevê-los através de números exactos e

estabelecer relações precisas. O cientista era um instrumento ao serviço da Natureza, que não interagia com o fenómeno a investigar.

No séc. XX, o cientista passou a ser protagonista do processo de investigação; em vez de certezas absolutas, uma margem de incerteza, em vez do determinismo causa-efeito, a descrição em termos probabilísticos, considerando ainda que o observador não pode isolar o fenómeno observado. A ordem encontrada actualmente na Natureza é só uma das muitas ordens possíveis. No séc. XX, com os avanços científicos foi posto em causa o princípio do determinismo em que assentava a Ciência clássica. Einstein com a sua teoria da relatividade, nega a existência de simultaneidade Universal. Heisenberg, por sua vez, mostra que toda a descrição da natureza contém incerteza. O princípio da incerteza de Heisenberg, diz ser impossível o conhecimento rigoroso e simultâneo da velocidade de uma partícula atómica e da sua posição, acrescentando que o observador ao tentar minorar o erro de uma das medições, aumenta o erro da outra medição.

Num acto de investigação, os cientistas procuram provas que apoiem as suas teorias. Porém, essas provas científicas podem ser influenciadas pela forma como se interpretam os dados, os registos ou a descrição da informação, e até pela própria selecção dos dados.

O desenvolvimento do conhecimento científico não é só de crescimento e de extensão do saber, é também de transformações, de rupturas, de passagem de uma teoria a outra (Morin, 1990). A evolução das certezas científicas origina, um progresso da incerteza. «Mas é uma “boa” incerteza que nos liberta de uma ilusão ingénua e nos desperta de um sonho lendário: é uma ignorância que se conhece como ignorância» (Morin, 1990, p.20).

Acerca da verdade e da certeza em Ciência, Popper diz que «uma teoria ou uma proposição é verdadeira quando o facto por ela descrito está de acordo com a

realidade» (Popper, 1992, p.18). Porém, é de realçar que a verdade e a certeza são distintas uma da outra.

2.4 – Construção do conhecimento científico

O processo cognitivo, pode ser descrito de várias formas, Piaget por exemplo, procurou compreender o modo como se formam as estruturas que permitem a aquisição do conhecimento. «Um primeiro serviço que a psicologia genética pode prestar ao estudo das relações elementares entre o sujeito e o objecto de conhecimento, é livrar-nos daquela ilusão tenaz e tão funesta de que todo o saber provém das “sensações”» (Piaget, 1972, p.127). Para este autor, o ponto de partida de todo o conhecimento não se deve, de modo algum, procurar nas sensações ou mesmo nas percepções, mas nas acções. Em suma, o conhecimento elementar nunca é o resultado de uma simples impressão causada pelos objectos nos órgãos sensoriais, mas é sempre devido a uma assimilação activa do sujeito que incorpora os objectos nos seus esquemas sensório-motores. «A aprendizagem em função da experiência não é pois devida a pressões passivamente sofridas pelo sujeito, mas sim a acomodação dos seus esquemas de assimilação» (Piaget, 1972, p.128).

De acordo com Formosinho (1994), as estruturas mentais, ou seja, os conceitos e as ligações lógicas de raciocínio, constroem-se mediante interacções entre as actividades do sujeito e as reacções do mundo exterior. Os nossos sentidos fornecem imagens novas que permitem a construção de conceitos diferentes e nós próprios, fabricamos novas relações mentais entre os conceitos novos e os antigos.

Piaget (1972), defende a construção activa do conhecimento pelo sujeito e salienta que os conhecimentos provêm de uma convergência de factores que são potencializados pelas actividades do sujeito. Para este autor, a construção é

basicamente a reconstrução a partir de estruturas já organizadas, ou seja, não se parte do saber zero mas constrói-se a partir de um outro saber.

O conhecimento científico é uma construção pessoal e social. O aluno tem objectivos pessoais e é o principal responsável pela sua aprendizagem.

O processo de construção de conhecimento implica uma interacção entre o aluno, a informação e os saberes. O sistema de conhecimento do aluno é dinâmico, ou seja, recorre permanentemente à sua memória. Num processo de aprendizagem, faz-se um percurso partindo de um saber, recorrendo à memória para construir um novo saber.

Segundo Ausubel (1978), o que mais influencia a aprendizagem de um aluno, é aquilo que ele já sabe. Este autor (1978), utiliza como conceito principal da teoria de aprendizagem, aquilo que designou por aprendizagem significativa.

Ausubel (1978), postulou que a aprendizagem significativa só ocorre quando os novos conceitos se incorporam, de forma não arbitrária, em conceitos que o aluno já conhece.

A estrutura cognitiva, é composta por conceitos que podem ter maior ou menor grau de generalidade e diferentes estados evolutivos, e das relações entre esses conceitos. No modelo de aprendizagem de Ausubel, a estrutura cognitiva é composta por conceitos e relações entre esses conceitos e é influenciada pela estrutura afectiva (valores e personalidade). Os conceitos aprendidos mecanicamente, têm tendência a desaparecer, pois não se encontram ligados a outros. À aprendizagem significativa, contrapõe-se o conceito de aprendizagem mecânica ou rotineira, onde os novos conceitos são assimilados pelo aluno, não sendo ligados aos já existentes na estrutura cognitiva.

Como afirma Ausubel (1978), o mais importante é considerar a estrutura cognitiva do aluno, já existente. Antes da aprendizagem de um conceito, deve-se averiguar quais os conceitos e as suas relações, que o aluno possui.

A estrutura cognitiva do aluno é de modo geral, muito rica. A escola não é de modo algum, a única fonte de informação a que o aluno tem acesso. Para facilitar a assimilação de novos conceitos, este autor, sugere o uso de “organizadores prévios”, ou seja, tarefas de aprendizagem que permitem o encaminhamento do novo material de aprendizagem para os conceitos relevantes que o aluno já possui. Esses conceitos funcionam como conceitos integradores, podendo estes funcionarem como conceitos “âncora” para a aprendizagem dos novos conceitos.

3 – O Conhecimento do Senso Comum (Quotidiano)

Ao longo da história, de acordo com Baptista (1998), pode verificar-se que o modo de pensar científico é um fenómeno recente. Quase que subitamente, o sujeito compreendeu que poderia efectivamente conhecer muito melhor o mundo à sua volta se o olhasse, pensasse e reflectisse de modo diferente.

O conhecimento é um processo dinâmico e inacabado, existindo quando o sujeito transpõe o vivido através de uma explicação.

O conhecimento do senso comum, também denominado por quotidiano ou informal, é uma forma comum e espontânea de conhecer e que se obtém pela experiência do quotidiano. Este é um percurso não rigorosamente explicado para o acesso ao conhecimento. Este conhecimento surge da relação diária do sujeito com o mundo, não havendo preocupação de compreender o objecto para além das aparências. A maioria das vezes, o conhecimento do senso comum, é um acumular de informações não muito bem compreendidas.

Este conhecimento é limitado, pois não ultrapassa as fronteiras do quotidiano e da experiência do sujeito.

Com base nas ideias de Sousa Santos (2000), consideramos que o conhecimento do senso comum possui algumas características, tais como:

- ser superficial, ou seja, é um conhecimento que limita-se à aparência sem analisar o que provoca a ocorrência;
- ser prático e pragmático, é um conhecimento adquirido por vivências, do mais elementar do que é vivido pelo sujeito;
- ser transparente e evidente;
- ser indisciplinado e não metódico, não é um conhecimento adquirido por sistematização de ideias, nem há tentativa de validá-las. Trata-se de um saber destituído de método;
- fazer coincidir a causa e a intenção, o sujeito não manifesta intenção de criticar esses conhecimentos, nem de classificá-los como verdadeiros ou falsos. Caso das superstições e crenças;
- fazer privilegiar a acção que não produza rupturas significativas do real;
- ser retórico e metafórico, não ensina, persuade e convence.

Os conhecimentos do senso comum são geralmente transmitidos de geração em geração através da educação informal e é baseado na reprodução e experiências do sujeito.

Segundo Lakatos (1986), este conhecimento é: valorativo, pois o objecto conhecido é possuído pelo sujeito e os seus valores passam a integrar o objecto; reflexivo, porém estando limitado pela familiaridade com o objecto, este não pode ser generalizado, é verificável, pois acontece no quotidiano; é falível e impreciso, pois conforma-se com as aparências e com o que se ouve dizer no dia a dia sobre o objecto.

O conhecimento do senso comum ou do quotidiano de uma comunidade, depende fundamentalmente da eficácia e da actualização científica do seu sistema educativo (Baptista, 1998).

4 – A Relação entre o Conhecimento do Senso Comum e o Conhecimento Científico

O conhecimento do senso comum, representa o fundamento do nosso conhecimento e estrutura a compreensão do mundo empírico imediato, para mais tarde se transformar em conteúdo elaborado e que poderá servir para a resolução de problemas mais complexos, semelhantes ao modo metodológico utilizado pelo procedimento científico. À medida que o conhecimento do senso comum não é suficiente para a resolução dos problemas, o processo de procura e de análise vão dando lugar à sistematização, à organização e à selecção de dados caracterizados pelo procedimento científico (Baptista, 1998).

A distinção entre Ciência e senso comum, de acordo com Sousa Santos (2000), pode ser estabelecida por duas vias. Do ponto de vista do senso comum, significa distinguir entre um conhecimento incompreensível e um conhecimento óbvio e útil. Do ponto de vista da Ciência, significa distinguir entre conhecimento objectivo e uma opinião ou preconceito.

Tal como um erro científico pode ser corrigido, também o senso comum o pode fazer quando este não corresponde ao que o progresso científico exige. Portanto, quando algo nos é explicado à luz do senso comum, deve-se procurar saber qual a explicação científica actual. «Podemos dizer que durante séculos, o homem encontrou os instrumentos adequados para estabelecer as provas mais fidedignas para educar e modificar o senso comum» (Baptista, 1998, p.66).

Segundo Baptista (1998), um dos objectivos da actividade científica é formar o conhecimento comum. No entanto, efectuá-lo não garante a sua fiabilidade. O consenso e o senso comum é algo indispensável para consolidar o que se vai conhecendo, reconhecendo e integrando na nossa cultura.

Em Física, a intuição tem de algum modo caído em descrédito, primeiro a relatividade, «onde a concepção aparentemente evidente da simultaneidade de dois acontecimentos que ocorrem em lugares diferentes provou ser um grande equívoco» depois a teoria quântica, «onde se provou ser absolutamente impossível com as formas vulgares de intuição, compreender as conexões entre o movimento corpuscular e o ondulatório» (Baptista, 1998, p.62).

A Ciência moderna reconhece que nenhuma forma de conhecimento é por si só racional, a configuração de todas elas é que é racional e a Ciência pós-moderna reabilita o senso comum reconhecendo virtudes que enriquecem a nossa relação com o senso comum. O conhecimento do senso comum é um dos mais importantes, pois é com o conhecimento vulgar e prático que no nosso dia a dia orientamos as nossas atitudes. Ainda segundo Sousa Santos (1987), a Ciência pós-moderna do senso comum não despreza o conhecimento que produz tecnologia, mas entende que o desenvolvimento tecnológico se deve traduzir em sabedoria de vida, tal como conhecimento se deve traduzir em auto-conhecimento.

Actualmente parte do conhecimento do senso comum, é informado e corrigido pela Ciência, pois devido ao seu rápido progresso se ignorarmos o conhecimento científico, o conhecimento do senso comum fica imperfeito. «O senso comum partilha, como as inteligências a que se encontra associado, o duplo estatuto de ser derivado de uma predisposição genética e de uma aculturação da espécie humana» (Baptista, 1998, p.51).

O conhecimento científico deve transformar-se num novo senso comum, ou seja «o conhecimento/emancipação tem de romper com o senso comum conservador, mistificado e mistificador» (Sousa Santos, 2000, p.101), não para se transformar num conhecimento superior, mas para se transformar em senso comum novo e emancipado.

5 – Aprendizagem em Ciência

Um dos objectivos do sistema educativo, além de educar, desenvolvendo o aluno de uma forma global, é o de instruir os jovens em temas que não poderiam ser aprendidos fora da escola ou que por circunstâncias de organização social, não poderiam ser aprendidos no meio familiar. No entanto, o ensino que é ministrado nas escolas, acaba por afastar os alunos daquilo que já aprenderam informalmente e de modo espontâneo. O ensino facultado pela escola, tem de estar enquadrado num processo contínuo e organizado de aprendizagem que cada aluno constrói ao longo das actividades em que participa.

Nos fins do séc. XIX as escolas organizaram-se, baseando-se numa determinada perspectiva sobre a natureza e formas de aquisição de conhecimentos e igualmente num conjunto de pressupostos sobre a melhor maneira de assegurar que todos os jovens adquirissem o mesmo conhecimento, transformando-se em cidadãos adultos, produtivos e trabalhadores. A perspectiva ocidental tradicional acerca da natureza do conhecimento, na qual se baseiam os sistemas educativos contemporâneos, é objectivista, perspectiva que considera o conhecimento como sendo constituído por verdades a que os seres humanos têm acesso (Arends, 1995).

Numa alternativa a esta perspectiva, surge o construtivismo. Ao invés de considerar o conhecimento como um dado adquirido, estabelecido e transmissível, a perspectiva construtivista defende que o conhecimento é algo pessoal e que o significado é construído pela pessoa em função da sua experiência (Arends, 1995).

Esta perspectiva, «fundamenta-se numa epistemologia construtivista e nas novas teorias sociológicas da aprendizagem, sendo minimizada substancialmente a importância da psicologia do comportamento na educação» (Dana, Campbell, Lunetta, 1998, p.119).

No construtivismo, reconhece-se que o conhecimento científico não é algo que o professor possui e transmite ao aluno, pelo contrário a aprendizagem é um processo activamente construído pelo próprio aluno, tal como é construído pelos cientistas. Sendo assim, não existe um método ideal para ensinar Ciência, este é construído pelo próprio professor com base nas suas experiências anteriores, nos currículos e no meio social em que os alunos estão inseridos.

O construtivismo é uma forma de aprender na qual os alunos são activamente envolvidos no processo de construção da aprendizagem, usando o seu próprio conhecimento construindo sentido para os novos conceitos. É neste processo de “fazer sentido”, que tem lugar o contexto de interacção social onde os alunos constróem a sua aprendizagem de forma coerente e útil para eles. «O processo de construção é influenciado por uma série de factores sociais, o conhecimento construído por cada indivíduo não é normalmente completamente pessoal e idiossincrático» (Hewson, 1993, p.260).

Um dos benefícios do construtivismo no ensino/aprendizagem em Ciência é o de descentrar a atenção no professor e passar a incidir nas necessidades de compreensão dos alunos em aprender Ciência (Arends, 1995). Tendo como ponto de partida os conhecimentos prévios dos alunos acerca de determinado conceito científico, o professor deve utilizar essa informação e o seu próprio conhecimento para criar um clima de aprendizagem de forma a chegar às necessidades de aprendizagem de todos os alunos. Esta deve ser focada não só no modo como o aluno tenta extrair significado dos fenómenos, mas também, sobre o papel do contexto social como mediador da aprendizagem. Nesta perspectiva construtivista, o ensino não é entendido como verdades estabelecidas e transmitidas aos alunos, mas proporciona-lhes experiências relevantes e sobretudo oportunidades de diálogo.

Entre a realidade cada vez mais preenchida com tecnologias complexas e o ensino clássico dos fundamentos da Ciência nomeadamente da Física, existe uma separação. Os alunos pensam que a Ciência não tem relação com a realidade, contudo, é possível perceber que esta afirmação tem por vezes a ver com o meio social do aluno onde prevalece esta ideia. O ensino da Ciência, deve considerar a interpretação das situações reais, a explicação das aplicações tecnológicas decorrentes e usar no laboratório escolar, essas mesmas aplicações.

Como a aprendizagem é um processo social, mediante o qual os alunos constroem significados que são influenciados pela interacção entre o conhecimento previamente adquirido e as novas experiências de aprendizagem (Arends, 1995), pode-se assim afirmar que a construção do conhecimento é em alguns aspectos, um processo social, onde existe um espaço privilegiado à aprendizagem, nas relações dos alunos entre si e o objecto de conhecimento (Garnier, 1996).

A escola deve contribuir para o processo de aprendizagem dos alunos, valorizando aquilo que eles já sabem quando entram na escola e além de incentivar a concentração na realização de uma determinada tarefa, deveria também estimular a atenção periférica, o espírito crítico, a criatividade, a resolução de problemas, etc., motivando os alunos para aprenderem.

Ao terminar a escolaridade obrigatória os alunos deveriam possuir concepções gerais de ciências, que permitissem compreender várias evidências científicas e serem capazes de relacionar temas actuais, visionados nos meios de informação, centros de Ciência, museus, etc. com a sua compreensão científica, de modo a permitir que a aprendizagem seja construída ao longo da vida, mas de forma estruturada e efectiva.

5.1 – Aprendizagem de conceitos em Ciência

Para podermos pensar, segundo Ullmo (1981), necessitamos de conceitos, ou seja, de definições estáveis sempre iguais a si próprias. Os conceitos físicos, constituem resultados de experiências, são estabelecidos perante uma definição operatória «o que significa que são definidos pelo procedimento regular e repetível que permite atingi-los e medi-los» (p.37).

De acordo com Merrill e Tennyson (1977), definição é uma afirmação que identifica todos os atributos críticos, indicando a forma como estes atributos podem ser combinados. Este tema será desenvolvido no subcapítulo seguinte.

De acordo com Vygotsky (1956), citado por Garnier (1996), durante o processo de aquisição de conhecimentos, os conceitos espontâneos «não são conceitos no sentido próprio da palavra. São antes representações genéricas das coisas» (p.131).

Para Vygotsky (1962), um conceito espontâneo, quotidiano, surge geralmente na criança, após o seu contacto com o objecto ou fenómeno. Só mais tarde a criança terá consciência da noção de objecto e aprenderá a realizar operações abstractas com esse objecto. Pelo contrário, o conceito científico surge após uma ligação indirecta com o objecto. Primeiro a criança é confrontada com uma noção e aprende a fazer ligações lógicas entre as noções e só após esta fase, terá consciência do objecto. É como se o conceito científico permitisse chegar até ao objecto, através da experiência da criança. De forma sintética, pode-se dizer que o conceito espontâneo desenvolve-se por um processo indutivo, das propriedades elementares para as mais complexas, enquanto que o conceito científico desenvolve-se por um processo dedutivo, das propriedades complexas para as elementares.

A investigação cognitiva, revela que mesmo aqueles que são considerados “bons alunos”, compreendem menos do que aquilo que os professores pensam que eles compreendem. A compreensão acerca de um tema é por vezes limitada ou distorcida senão mesmo errada (Rutherford, 1995). Isto leva a pensar nos objectivos fixados para a educação, «as escolas deveriam seleccionar os conceitos e as capacidades mais importantes a salientar, de modo a poderem concentrar-se na qualidade da compreensão e não na qualidade de informação apresentada» (Rutherford, 1995, p.221).

Os alunos devem construir os seus próprios significados e normalmente fazem-no através da associação de novos conceitos e informação, àquilo que já conhecem (Rutherford, 1995). «Os conceitos – as unidades essenciais do pensamento humano – que não têm ligações múltiplas com o modo como o aluno concebe o mundo, não serão provavelmente recordados nem sequer úteis» (Rutherford, 1995, p.223). A melhor forma de aprendizagem de conceitos, é estudá-los inseridos em inúmeros contextos e expressá-los de várias formas, de modo a garantir haver mais oportunidades para que os conceitos se integrem no sistema cognitivo do aluno. Se permanecerem na memória estarão armazenados apenas para aquele fim e não estão disponíveis para influenciarem o pensamento dentro de outro contexto, que não seja por exemplo, o escolar ou mais especificamente, o disciplinar.

A aprendizagem efectiva, exige muitas vezes, mais do que fazer apenas associações das novas aprendizagens com as antigas. Por vezes, é necessário que se reestruture o modo de pensar. As dificuldades dos alunos, nas aulas de Ciência em compreenderem conceitos abstractos, são muitas vezes disfarçadas pela capacidade de recordar e repetir termos científicos que não entendem. Muitas vezes, o uso de uma determinada terminologia científica aplicada de modo correcto não comprova a compreensão por parte dos alunos.

Segundo Vygotsky (1962), os conhecimentos são desenvolvidos como produtos socioculturais, para cujo desenvolvimento contribui a aquisição por parte do aluno. Por este facto, é que o contexto social e a relação com os outros, são necessários para adquirir os conceitos, através da cooperação do aluno com o adulto, dentro do processo de aprendizagem.

A aprendizagem de conceitos, envolve um processo de construção de conhecimento e de organização da informação em estruturas cognitivas mais amplas e complexas. Como foi referido, o aluno traz para a sala de aula uma variedade de conceitos aprendidos ao longo da sua vida que por vezes são precisos, outras vezes intuitivos e ainda outras vezes, errados. Estes conceitos não se modificam pela simples apresentação de uma nova informação. No quotidiano o termo “conceito”, tem significados diferentes consoante o contexto em que é utilizado. No ensino /aprendizagem, «refere-se à forma como o conhecimento e a experiência são categorizados» (Jantz, 1995, p.304).

Os conceitos, segundo Jantz (1995), são os tijolos de construção, as bases do desenvolvimento do pensamento em qualquer disciplina. Dá ao aluno a oportunidade de classificar os objectos e as ideias e derivar regras.

O processo de aprendizagem de conceitos, tem início quando se é criança e prolonga-se ao longo da vida, desenvolvendo-se conceitos cada vez mais complexos. A sua aprendizagem não é apenas importante na escola, é também essencial no quotidiano para poder haver compreensão entre as pessoas.

Aprender um determinado conceito, segundo Bruner (1999), será a capacidade de discernir atributos⁴, de relacioná-los e de seleccionar o que se evidencia. Se quisermos identificar um objecto e designar a que classe pertence, deve-se classificá-lo segundo um atributo crítico, ou seja, o atributo deve referir-se às características que permitem classificá-lo numa categoria fundamental. Outras

⁴ Segundo Bruner (1999), atributo é o que permite distinguir uma ideia de outra ou um objecto de outro.

qualidades poderão servir para descrever o conceito mas não para o definir, estes são os atributos não críticos. Quando se aprende um conceito, consegue-se reconhecer e distinguir os seus atributos críticos.

De acordo com Jantz (1995), os conceitos podem ser classificados em três categorias: conjuntivos; disjuntivos e relacionais.

Os conjuntivos, caracterizam-se pela presença simultânea de duas ou mais propriedades que se revelam essenciais para a compreensão do conteúdo, ou seja, têm estruturas e regras constantes, os seus atributos críticos combinam-se de um modo aditivo e são sempre os mesmos.

Os disjuntivos, são aqueles cuja presença simultânea de duas ou mais propriedades não oferece condição necessária para a compreensão do conteúdo, ou seja, não têm regras nem estruturas constantes e contêm conjuntos alternativos de atributos.

Os relacionais, caracterizam-se pelo estabelecimento de uma relação entre duas propriedades, ou seja, são aqueles cujas regras e estruturas dependem de relações.

Numa perspectiva genético-evolutiva convém referir a contribuição de Vygotsky. A sua tese afirma que existem três fases na evolução do sujeito, no que respeita ao processo de produção de conceitos. Nesta tese existem vários estágios que se concluem na adolescência quando aparece o surgimento de formas conceptuais lógicas e abstractas, por oposição às formas concretas e factuais (Vygotsky, 1962).

Segundo Ausubel (1978), a aprendizagem dos conceitos processa-se por diferenciação progressiva. Os conceitos que fazem parte do nosso conhecimento estão em permanente modificação que ocorre no sentido dos conceitos gerais para os conceitos específicos. Assim, o ensino de conceitos deve ser organizado do geral para o específico. A diferenciação progressiva, deve ser acompanhada pela

explicação das semelhanças e diferenças entre os conceitos novos e os conceitos que o aluno já possui. Para este mesmo autor (1978), esta explicação facilita a recombinação dos elementos existentes na estrutura cognitiva e pode levar a uma aprendizagem de ordem superior, quando a recombinação da estrutura cognitiva permite uma síntese e/ou o aparecimento de novos conceitos mais gerais.

Todos os conceitos possuem nomes e definições, mais ou menos “precisos” que permitem uma compreensão mútua e a comunicação com outras pessoas que usam esses conceitos. No entanto, conhecer um nome não significa compreender o conceito.

A aprendizagem de conceitos, envolve tanto o conhecimento conceptual como o procedimental. O conhecimento conceptual, consiste na capacidade de aprender a definir um conceito com base num determinado critério e reconhecer a relação desse conceito, com outros conceitos. O conhecimento procedimental, refere-se à capacidade de o aluno usar o conceito de uma forma discriminativa.

Bruner (1999), identificou três formas de aprendizagem de conceitos:

- aprender fazendo, denominado modo “enactivo”;
- aprender através da formação de imagens mentais, denominado modo “icónico”;
- aprender através de um conjunto de símbolos ou representações abstractas, denominadas modo “simbólico”.

De um modo geral, as crianças com menos de 7 anos confiam essencialmente no modo enactivo para aprender conceitos. Entre os 7 e 11 anos baseiam-se ainda no modo enactivo mas começam a aprender conceitos através do modo icónico e cada vez mais apoiam-se nos símbolos abstractos e nas imagens mentais. Ao aprender a classificar objectivamente os objectos, o jovem estabelece contacto entre a sua curiosidade e o conhecimento progressivo, cada vez mais operativo do mundo físico e encontrará assim a unidade do seu pensamento científico emergente. A partir dos 11-12 anos, o pensamento lógico até aí limitado às

operações concretas, torna-se susceptível de ser aplicado ao domínio verbal/conceitual e criar operações formais dedutivas. A partir dos 12 anos, o ensino da Ciência além do aspecto experimental que continua a ser necessário, comporta também uma parte sistemática e formal (Piaget, 1977).

O adolescente sobrepõe a lógica das proposições à das classes e das relações, desenvolvendo um mecanismo formal fundamentado nas estruturas e nas transformações, que lhe permitirão reunir o raciocínio hipotético-dedutivo, da prova experimental, de esquemas operatórios que utilizará no pensamento experimental, assim como no lógico-matemático (Inhelder, 1976).

Os conceitos, segundo Bruner (1999), apresentam algumas limitações no seu emprego:

- os conceitos não são facilmente traduzidos da linguagem científica para a linguagem quotidiana;
- os termos científicos têm significados noutros quadros de referência, parte deste vocabulário tem termos próprios que foram construídos por várias formas: derivados de termos de origem grega ou latina e o do nome do cientista que elaborou o conceito. No entanto, a palavra pode ser também usada noutros contextos com significados diferentes, o que pode causar confusão;
- o mesmo termo refere-se a fenómenos diferentes no âmbito da mesma ciência;
- termos diferentes referem-se ao mesmo fenómeno;
- o significado dos conceitos muda, perante com o desenvolvimento da Ciência.

5.2 – A importância da definição na aprendizagem

A aprendizagem de um conceito não deveria apenas ser referente ao conteúdo, mas também à capacidade de o contextualizar. Os exemplos e as questões são importantes para auxiliarem o aluno no processo de análise, mas

também terá de ter acesso a toda a informação necessária para mais tarde poder generalizar e tirar conclusões. Assim, torna-se importante a escolha dos atributos utilizados para definir um conceito. Se a definição não for estabelecida, não é fácil escolher exemplos ou colocar questões de modo a permitir o desenvolvimento do raciocínio do aluno. Se a definição contiver ambiguidades e não for bem estruturada, causará confusão aos alunos.

Segundo Bruner (1999), as palavras são nossos servidores e não o contrário. As definições que contenham muitos elementos não críticos, não são muito úteis. A definição que consiste num sinónimo ou num conceito superior também não nos ajuda muito. Definir com exemplos sem justificar, pode ser arriscado, embora os exemplos possam ser usados para conceitos abstractos, não substituem a definição. Um exemplo, não é uma definição e é um erro de lógica tentar substituí-la. O exemplo tem como função auxiliar a diferenciar os atributos críticos dos não críticos.

Para verificar se a aprendizagem de conceitos foi efectiva e se a aquisição permite contextualizar um conceito, Bruner (1999), sugere alguns critérios de avaliação. Para isso o aluno deve ser capaz de:

- distinguir exemplos do conceito que não tenham sido estudados, o que corresponde à extensão;
- referir todos os atributos críticos do conceito, ou seja a definição, o que corresponde à compreensão;
- nomear o conceito e associar a denominação aos atributos do conceito, o que corresponde à ideia geral abstracta.

Com estes três elementos verifica-se a estrutura do conhecimento, o seu conteúdo e o nível cognitivo, ou seja, a abstracção.

O mesmo autor (1999), refere que para verificar a aplicação dos conceitos, o aluno deve:

- construir os seus próprios exemplos de um conceito e justificá-los;
- identificar ou aplicar o conceito noutros contextos.

6 - Conclusão

A evolução e inovação do conhecimento científico, implica também uma inovação no ensino/aprendizagem da Ciência. A transmissão de informação deixou de fazer sentido se esta não originar uma transformação dos saberes dos alunos. “Construir”, tornou-se a chave da aprendizagem, mas construir em conjunto, com participação de todos sobretudo dos alunos. O diálogo, a troca de ideias, a discussão, as dúvidas, as confusões e angústias que são sentidas pelos alunos no seu processo de aprendizagem, devem ser acompanhadas, discutidas, expostas e valorizados os seus resultados finais, quando o aluno consegue atingir objectivos positivos.

De salientar a necessidade de construir o conhecimento através de orientação, de modo a substituir, alterar ou expandir os conhecimentos prévios dos alunos, transformando-os em novos conhecimentos.

A construção do conhecimento científico implica uma estreita relação entre o conhecimento científico e o conhecimento do senso comum pois é necessário não haver ambiguidades que provoquem confusão entre os conceitos utilizados no quotidiano e os utilizados em Ciência e para uma aprendizagem efectiva dos conceitos científicos, é necessário saber defini-los, saber contextualizá-los, construir exemplos e saber aplicá-los em qualquer contexto.

Capítulo 3

Relação entre a Construção do Conhecimento Científico e a Linguagem Científica

1 - Introdução

A linguagem é tradicionalmente entendida apenas como uma capacidade essencial para comunicar, o que implica actividades de relações entre sujeitos e por inerência, de relações sociais.

A linguagem humana não é apenas uma actividade de comunicação, pressupõe algo mais complexo que tem a ver com o pensamento e a construção do conhecimento, nomeadamente científico.

A problemática desta investigação está relacionada com a linguagem científica e a construção do conhecimento científico. Por conseguinte, de modo globalizante, focou-se neste capítulo o que se julgou serem as relações mais interessantes com a linguagem para este estudo: comunicação e linguagem e pensamento e linguagem.

Após uma abordagem muito sintética destas relações, pretendeu-se compreender a necessidade do uso da linguagem científica e particularmente da terminologia científica e a sua influência facilitadora ou não, para a aprendizagem em Ciência.

Para concretizar os objectivos gerais desta investigação, recorreu-se a conceitos científicos que possuem significados diferentes no quotidiano e em Física e que aparentemente são de fácil aprendizagem. Porém um estudo mais atento permite verificar que existem inúmeras dificuldades na aprendizagem destes conceitos. Deste modo, pareceu relevante uma abordagem à utilização da linguagem científica na formação dos conceitos científicos a que se recorreu,

fazendo-se alguns considerandos sobre as definições desses conceitos, quer no contexto científico, quer no quotidiano.

2 – Comunicação e Linguagem

A linguagem é uma capacidade complexa e especializada que se desenvolve espontaneamente na criança, sem esforço consciente ou instrução específica, é qualitativamente igual em todos os indivíduos e distinta de capacidades mais gerais de processar informação ou de ter um comportamento inteligente (Pinker, 1998).

Segundo Pinker (1998), a linguagem é um instinto; pela universalidade da língua, pela universalidade da estrutura, pelo desenvolvimento da língua na criança que se desenvolve de igual forma em todas as culturas e pelo facto de a língua parecer possuir especificidade neurológica e talvez até genética. Ainda segundo o mesmo autor, «a linguagem é um meio importante através do qual as pessoas partilham o que aprendem» (ibid. p.210).

Muitas definições têm sido propostas para o conceito de linguagem e quando comparadas entre si, revelam pontos de convergência, que permitem serem resumidos como um sistema de códigos com regras próprias de utilização e com relevância nos seus aspectos de comunicação e de pensamento.

A comunicação humana, pode entender-se como a actividade que propõe e reconhece relações entre sujeitos. Numa comunicação, essas relações ou já existem previamente no quadro de representações de quem recebe a comunicação e são reconhecidas, ou não existem, originando um processo de verificação que levará eventualmente à atribuição de um novo significado para quem recebe.

As relações sociais da espécie humana, são largamente mediadas pela linguagem. Todas as sociedades valorizam as pessoas que falam de forma

articulada e persuasiva, o que estabelece pressões no sentido de um melhor uso da linguagem.

De um modo geral, considera-se que a linguagem é um meio de comunicação, no entanto, ela pode também ser um obstáculo na capacidade de comunicar vários conceitos entre pessoas (Bohm, 1989). Por exemplo, dentro de cada actividade profissional, as pessoas tendem a utilizar uma linguagem restrita e mais especializada, se essa linguagem não for familiar a uma das pessoas, haverá dificuldade na comunicação.

«A linguagem é não só um sofisticado meio de comunicação, mas também o produto de um método muito mais poderoso de pensar e conhecer» (Caraça, 1997, p.95). O conhecimento aparece como resultado da comunicação com êxito, com o mundo que nos rodeia e refere-se a representações da realidade como um conjunto de relações em que o sujeito se envolve na sua actividade.

Segundo Myers (1980), aprendemos quem somos, por um processo de comunicação interpessoal, a nossa percepção de nós próprios é o produto da forma como os outros nos vêem e refere ainda, «não é senão pela comunicação que realizamos o nosso potencial social, tal como não é senão por ela que nos socializamos. Sem ela, seríamos inadaptados e sem possibilidade de evolução» (Myers e Myers, 1980, p.14).

Todo o ser humano, desenvolve a capacidade de comunicação com a sociedade, através da linguagem. As pessoas conversam umas com as outras, escrevem, lêem, ouvem os outros e pensam, utilizando palavras que lhes são familiares.

A Ciência é uma actividade pública. Na investigação científica, os cientistas necessitam de comunicar com os seus pares e posteriormente com a sociedade em geral, divulgando os seus trabalhos.

3 – Pensamento e Linguagem

A ligação entre o pensamento e a linguagem é fundamental para a compreensão do processo de aprendizagem e do desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Segundo Smith (1990), a linguagem não pode ser separada do pensamento, embora alguns autores tratem separadamente como dois temas. O pensamento não pode ser separado da memória, da compreensão, da aprendizagem e do raciocínio. «O pensamento é emergente, é mais do que a soma das suas partes, tem capacidades que não podem prever-se a partir de quaisquer hipotéticos elementos ou estruturas» (ibid., 1990, p.173).

A linguagem falada é um instrumento de transmissão de informação de tal maneira pobre que tem que ser complementada com gestos, posições, olhares, etc..«A linguagem escrita é ainda mais opaca que o discurso, apesar da sua imerecida reputação de lucidez» (ibid., 1990, p.175). «Os sinónimos e paráfrases não nos dizem o que significam as palavras e as frases, apenas fornecem palavras alternativas. O sentido tem que ser encontrado para lá da linguagem» (ibid., 1990, p.185).

Para Piaget (1981), o pensamento começa por se interessar apenas pelas configurações, sem atender às transformações e por conceber estas, apenas como relativas à acção própria. Mais tarde, o conhecimento considera as transformações como tais e concebe as configurações como relativas a essas transformações, torna-se então objectivo, mas enquanto enquadrado por actividades do sujeito.

Para este autor (1981), a linguagem oferece ao desenvolvimento do pensamento, uma contribuição importante e necessária. Mas não explica o pensamento nas suas formas operacionais. O pensamento não tem origem na linguagem e esta não é suficiente para expressar o pensamento nas formas mais

sofisticadas. Ao nível proposicional e abstracto impõe-se o recurso não à linguagem corrente, mas à lógica.

Segundo Vygotsky (1962), o pensamento e a linguagem desenvolvem-se como actividades distintas e independentes. Este autor defende que progressivamente a linguagem e o pensamento se aproximam, justificando falar-se numa linguagem racional e num pensamento verbal e distingue na linguagem duas funções: a de comunicação e a de organização do pensamento. Afirma ainda este autor que a linguagem interioriza-se confundindo-se com o pensamento.

Para o mesmo autor (1962), a linguagem e o pensamento fazem parte do desenvolvimento cognitivo, em que a linguagem, constitui um conjunto de símbolos diferenciados e consciencializados pela sua função conjunta de suporte e de impulsionadora do pensamento, servindo como instrumento de comunicação e também como elemento fundamental para a formação: de conceitos cada vez mais abstractos e genéricos; do pensamento sistemático e da consciência pessoal, pois a linguagem fornece a base essencial para o desenvolvimento da consciência humana.

Para Piaget (1979), o pensamento representa um processo cognitivo sofisticado. Efectivamente, a ele corresponde o processamento dos dados fornecidos pela actividade perceptiva. Produz-se quando o indivíduo defronta-se com situações novas, mais ou menos complexas, para as quais não encontra esquemas de resposta já estruturados por aprendizagem prévia. Existem conceitos básicos no estudo do pensamento: o próprio conceito; o raciocínio dedutivo e o raciocínio indutivo. O raciocínio dedutivo, exprime-se por meio de sistemas fechados tais como a matemática e a lógica, consiste em operações que supõem a existência de regras bem definidas para determinar a validade das inferências, independentemente de serem ou não verdadeiras a respeito do mundo real. O raciocínio indutivo, aponta para um sistema aberto e opera com conteúdos,

caracteriza-se por se basear na observação de factos particulares dos quais passa para a generalização.

Segundo Oliveira (1991), a relação entre o pensamento e a linguagem é a chave para compreender o processo de construção de conhecimento e do desenvolvimento cognitivo e conceptual dos alunos.

4 – Linguagem Científica

O conhecimento científico, difunde-se com base em meios de comunicação especializado; revistas, congressos, seminários, relatórios, etc.. No entanto, a diversidade do conhecimento disciplinar, faz-se com base na diferenciação das várias linguagens específicas, ou seja, a linguagem desenvolvida numa dada disciplina, só pode ser entendida eficazmente por alguém que a tenha aprendido (Rutherford, 1995).

A Ciência foi criada através de trabalhos de cientistas que tinham como objectivo compreender o mundo que os rodeava, para tal foi necessário aplicar conhecimentos matemáticos, medir, experimentar, rejeitar e formular hipóteses e teorias. Paralelamente a este processo, criou-se a linguagem científica edificada num código linguístico que utiliza palavras especializadas, símbolos, fórmulas e gráficos que possuem significados específicos no contexto de uma determinada disciplina científica. Uma linguagem que por si só, define um problema de comunicação científica. Por vezes, torna-se difícil traduzir para palavras do quotidiano a linguagem utilizada pelos cientistas (Caro, 1998). Em geral a Ciência, teve desde os seus primórdios, códigos de linguagem específica com a finalidade de facilitar o diálogo entre os estudiosos da mesma ciência, tentando «fugir às armadilhas da linguagem vulgar e da linguagem literária» (Sousa Santos, 1990, p.127).

A Ciência moderna opôs-se determinantemente à linguagem do senso comum, difusora de concepções falsas que eram «tornadas evidentes pela aparente transparência de uma linguagem comum a todos» (Sousa Santos, 1989, p.126). «Para sermos entendidos no mundo científico, é necessário falar cientificamente a linguagem científica, traduzindo os termos da linguagem comum em linguagem científica» (Sousa Santos, 1990, p.200).

A escola, é um espaço onde predomina a linguagem. Os alunos estão durante o tempo que permanecem na escola, em contacto com a linguagem falada do professor e dos colegas, assim como com a linguagem escrita. Na nossa cultura, ensinar e aprender, compreende actividades linguísticas como: ler, escrever, explicar, discutir, perguntar, responder, resumir, repetir, etc..

Stubbs refere que, «a linguagem é importante na educação, porque socialmente é muito importante» (Stubbs, 1987, p.31). E diz ainda que «a linguagem específica de uma disciplina pode ter uma função intelectual» (Stubbs, 1987, p.28).

Numa aula de Ciência, a comunicação é essencialmente feita oralmente ou por escrito. Uma das formas de aprendizagem em Ciência, abrange estes dois tipos de comunicação, tendo a produção de textos científicos uma função psicológica de construção do próprio conhecimento e desenvolvimento de capacidades cognitivas relevantes para a aprendizagem em Ciência (Serra, Oliveira, 1999). Porém a linguagem científica, quer escrita, quer oral, deixa dúvidas quanto ao valor formativo do seu uso nas aulas de Ciência (Serra, Oliveira, 1999).

Cada Ciência disciplinar, utiliza uma linguagem própria. Por isso, no ensino de cada disciplina científica, há que definir o significado de cada conceito, para que não hajam equívocos entre a linguagem do professor e do aluno. Não se poderá compreender a Ciência sem se compreender a sua linguagem, «a linguagem

científica interfere com a compreensão dos conceitos científicos» (Oliveira, 1997, p.357).

A linguagem deve ser utilizada pelos alunos para organizarem o seu pensamento, deste modo, pode-se dizer que a linguagem corresponde a processos de aprendizagem. Estudar a problemática da linguagem científica é também o estudo do processo de construção de conhecimento científico (Oliveira, 1997). Na educação científica, a linguagem e a sua especificidade merecem uma atenção especial, devendo ser contemplada na formação inicial e contínua dos professores de Ciência. Existem alguns estudos que revelam, que por vezes, os professores dão mais atenção ao “estilo” de linguagem utilizada pelo aluno do que à ideia expressa. Uma das principais teses de Barnes (Stubbs, 1987), analisa o “estilo” de linguagem utilizada pelos professores. Ele defende que muitos professores, ao falarem acerca de uma dada matéria, fazem-no numa linguagem especializada, que pode constituir um obstáculo para a aprendizagem, se os alunos não estiverem familiarizados com ela. O professor que esteja consciente dessas dificuldades, tem o cuidado de definir os novos termos, porém, o ensino desses novos termos pode adquirir um valor próprio. Isto implica, que um professor pode utilizar um determinado “estilo” de linguagem, não porque ele seja estritamente necessário, mas, apenas porque é convencional utilizá-lo.

No estudo de um tema escolar, mesmo que o assunto não seja completamente novo, os alunos além de o compreenderem, necessitam de modificar a linguagem quotidiana para uma linguagem específica.

Nem sempre o problema da compreensão das leis e princípios científicos, está na dificuldade de adquirir um novo vocabulário, mas sim em compreender o significado de uma palavra comum, num contexto científico. Existem muitas palavras do nosso quotidiano, que têm um significado diferente do usual, por exemplo na disciplina de Física: força, trabalho, onda, etc.. A aprendizagem do

significado da linguagem especializada, de uma disciplina de ciências, é essencial para que haja aprendizagem nas aulas dessa disciplina. «Para se compreender a Ciência, é necessário um conhecimento da linguagem científica, não só no que respeita ao seu vocabulário, mas também ao seu próprio pensamento» (Oliveira, 1997, p.357).

A linguagem científica recorre a uma enorme quantidade de termos científicos que possuem funções específicas e que permitem uma comunicação inequívoca entre grupos da comunidade científica. No entanto, parece existir algum consenso entre vários autores quanto à existência de duas linguagens científicas: uma mais expressiva e outra mais técnica. Enquanto para alguns autores elas coexistem durante o processo científico, para outros elas são distintas e diferentes ao longo do processo. Assim, segundo Sousa Santos (1989), a linguagem científica tem duas funções: a necessidade de conseguir persuadir e argumentar e, a de conseguir transmitir com precisão.

O ensino da Ciência é importante para a população, pois representa a cultura necessária para preservar valores, tais como a saúde, ambiente, etc. e também, porque a formação de um espírito científico é fundamental para incentivar os cidadãos, a procurarem soluções, a resolverem problemas e a pensarem de uma forma crítica e aberta. No período correspondente à escolaridade obrigatória, é pressuposto que os jovens adquiram as bases suficientes para que seja feita com êxito, a sua inserção na Sociedade. Com estes objectivos, espera-se que a escola garanta o domínio dos instrumentos básicos de comunicação cultural, ou seja, a língua materna que é a base para a compreensão da linguagem científica.

Como foi referido no capítulo 1, a informação científica chega ao aluno não só por via escolar mas, na sua maioria provém da actual Sociedade da Informação, cujos diferentes meios de informação possuem qualidades e formas de expressão que implicam um trabalho de análise e síntese que pressupõe o conhecimento da

linguagem científica. Com a extraordinária evolução do conhecimento científico, a quantidade de termos científicos utilizados aumentou consideravelmente, o que pode implicar maior dificuldade na compreensão da Ciência pois utiliza-se um vastíssimo vocabulário nas várias disciplinas científicas, que pode ser diferente em cada uma delas ou coincidente, mas terem significados diferentes.

A precisão exigida em Ciência, com a finalidade de esta ser o mais possível objectiva, caracteriza a linguagem científica numa linguagem formal e estereotipada. Por vezes, esta exigência dificulta a aprendizagem do aluno por limitá-lo a parâmetros pré definidos, correndo-se o risco de os alunos memorizarem sem compreenderem por exemplo: leis; proposições; definições; etc. e sem as saberem contextualizar.

Por vezes, as dificuldades de aprendizagem em Ciência estão relacionadas com a compreensão da linguagem científica, tornando-se esta mais difícil com o aumento do nível de abstracção das palavras ou dos conceitos.

Os níveis de abstracção podem-se classificar segundo a taxonomia de Wellington citado por Oliveira (1997), em quatro níveis:

1º nível – Refere-se aos novos nomes dados a fenómenos familiares ou não, ou seja, a identidade de objectos concretos ou observáveis, por exemplo: Bico de Bunsen.

2º nível – Refere-se a palavras que designam processos científicos, por exemplo: Combustão.

3º nível – Refere-se a palavras ligadas a conceitos ou ideias abstractas de difícil aprendizagem, por exemplo: Energia. Podem designar conceitos sensoriais, por exemplo: Calor e são palavras idênticas em linguagem científica e linguagem quotidiana, mas que possuam significados distintos em Ciência e no quotidiano, por exemplo: Força.

4º nível – Podem ser os esquemas conceptuais e as generalizações dos conceitos, por exemplo: A teoria da estrutura do átomo.

Aprender Ciência «está associado à capacidade de adquirir, interpretar e integrar informação nova» (Oliveira, 1997, p.363). Se esta nova informação, for constituída por uma terminologia científica de nível de abstracção elevado, o aluno terá dificuldades acrescidas na aprendizagem.

A linguagem científica, tem uma forma específica de se exprimir e os termos científicos foram adquirindo ao longo dos tempos, diferentes significados. Como qualquer outra linguagem, esta também é dinâmica, existindo várias dificuldades na aprendizagem em Ciência relacionadas com a linguagem.

Um dos problemas da linguagem científica é a diferença entre o aspecto denotativo de uma palavra, como a definição, e o conotativo, como as múltiplas associações de sentidos. O aspecto conotativo é o que na linguagem quotidiana faz diferenciar a linguagem entre várias pessoas. Em Ciência, o aspecto denotativo é o mais importante, no entanto, em Ciência criam-se palavras novas e um professor para fazer a ligação destas palavras com o dia a dia, faz traduções para palavras correntes dando-lhes uma conotação (Oliveira, 1991). O rigor da linguagem é importante na educação em Ciência, mas este rigor, implica que os alunos compreendam o significado das palavras e que os saibam associar a novos contextos. Os alunos podem conhecer os termos científicos porém, podem não conhecer o seu significado, isto acontece quando o aspecto denotativo é explorado, sem ter em atenção o conotativo.

4.1 – Terminologia científica

Segundo Pushkin (1996), citado por Slisko (1997), existe uma terminologia científica a qual tem de ser utilizada adequadamente para se evitar confusões ou

criar “pseudoconcepções”⁵. A terminologia científica, consta de um significado sobre o qual, todos os peritos estão de acordo e sobre o qual, todos são informados do seu significado apropriado, deste modo, a terminologia científica é compreendida por todos e são evitados os conceitos errados ou pelo menos reduzida a sua probabilidade.

De acordo com outros autores Lewis & Linn (1996), citados por Silsko (1997), a terminologia científica usada em textos de ciências, escrita científica, discurso científico, etc., tem uma ampla variação de formas e por isso existe um “acordo” acerca do que constitui o uso adequado do termo científico.

À terminologia científica deve ser dada uma atenção particular, pois nem todos os autores estão de acordo com a existência de uma terminologia científica muito bem definida e inequívoca. Entre alguns exemplos, pode-se citar os termos “Energia” e “Temperatura”.

A terminologia científica corresponde a palavras ou expressões que possuem um significado restrito e específico quando são usadas no contexto de uma determinada Ciência. Quando os alunos estudam uma disciplina científica, encontram uma linguagem específica com termos que possuem significados específicos naquela disciplina. A terminologia científica, pode trazer algumas dificuldades aos alunos se os termos tiverem vários significados em diferentes disciplinas científicas ou se existirem na linguagem quotidiana, com significado diferente.

A aprendizagem desta nova linguagem torna-se mais difícil para os alunos, pelo facto de estar associada a conceitos que por vezes não lhes são familiares. As principais dificuldades que os alunos têm em identificarem a terminologia científica, podem ser resumidas em três áreas:

⁵ Pushkin utiliza a palavra “pseudoconcepções” para designar concepções criadas pelos alunos quando estes são forçados ao uso de uma terminologia que não compreendem totalmente.

- existir terminologia numa dada disciplina que possui vários significados, exemplo: espaço - distância entre dois pontos, utilizado em cinemática e espaço - cosmo, universo, utilizado em astronomia.
- a formação de termos científicos ter origem na derivação de palavras, com adição de um sufixo ou prefixo à palavra base, criando um novo termo científico, exemplo: magnetismo - parte da Física que estuda as forças entre os ímanes e cargas eléctricas em movimento, assim como as propriedades da matéria derivadas de tais fenómenos; paramagnetismo - propriedade que determinada substância possui de se imanar no mesmo sentido que o campo aplicado quando submetida a acções de um campo magnético.
- existirem termos científicos que não parecem sê-lo, o que torna difícil o seu reconhecimento, podendo existir dois casos:
 - a terminologia científica ter significado diferente no contexto quotidiano, exemplo: onda;
 - a terminologia científica ser divulgada e passar a fazer parte do quotidiano, exemplo: núcleo.

No ensino, a escolha dos termos científicos a utilizar são importantes, sendo necessário torná-los operacionais de modo a que a informação seja compreendida e todos os alunos utilizem a terminologia com o mesmo significado. A introdução de nova terminologia, deve ser feita cuidadosamente de forma clara e compreensiva para todos os alunos, pois o desenvolvimento da linguagem científica e da terminologia que lhe está associada, está interligada com o desenvolvimento de conceitos científicos (Oliveira, 1991).

4.2 – A linguagem/terminologia científica na formação de conceitos científicos

O conhecimento da terminologia científica é necessário, mas não suficiente, para se chegar ao conhecimento de uma Ciência. Porém, a sua aprendizagem é fundamental pois a formação da linguagem científica baseia-se no uso dessa terminologia.

Para compreender a necessidade de uma clarificação e acessibilidade, da linguagem científica utilizada em ciências, serão referidos os conceitos que integram o estudo empírico. Assim, neste capítulo serão analisados dois conjuntos de conceitos: massa, peso e calor, temperatura.

Não se pretendeu analisar definições muito elaboradas destes conceitos, no entanto, considerou-se essencial algumas referências acerca dos seus significados, tanto no contexto quotidiano, como no científico.

Massa e Peso

Os conceitos de massa e peso, possuem definição intuitiva no quotidiano e apresentam vários significados. Estes conceitos são aprendidos na escola, no 8º ano de escolaridade e serão utilizados frequentemente ao longo do ensino secundário pelos alunos de ciências.

Peso, é um conceito de nível de abstracção baixo, sobretudo quando utilizado no contexto quotidiano, porém a multiplicidade de significados torna-o incompreensível quando descontextualizado. Em Física, pode ser definido de dois modos, o mais vulgar será definir peso de um corpo, como a força com que ele é atraído para a Terra ou em linguagem de campo, definir como a força que o campo gravítico terrestre exerce sobre um corpo. (Valadares, 1991). O peso não é um conceito considerado como uma característica de um corpo, pois varia com o local onde o corpo se encontra.

Massa, é um conceito de nível de abstracção superior ao de peso e também possui uma multiplicidade de significados que o torna incompreensível quando descontextualizado. Este conceito é uma grandeza física⁶ invariável, não varia com o local onde o corpo se encontra e por isso é característica desse corpo.

Na mecânica clássica existem duas grandezas designadas por massa: a gravítica e a inercial. Porém, ao nível do ensino básico, não se justifica esta discriminação, definindo-se apenas operacionalmente o conceito de massa, neste caso a massa gravítica, com recurso a uma balança de pratos e podendo-se através da proporcionalidade entre a força e a aceleração, referir-se que esta constante tem o valor da massa do corpo, neste caso o conceito de massa inercial (Valadares, 1991). Para Bloomfield (1996), massa é a resistência que um corpo oferece para entrar em movimento ou ainda, a resistência que esse corpo oferece para mudar a sua velocidade ou a direcção em que se move. Nesta definição, o autor refere-se à massa inercial.

Todavia o conceito de massa inercial, segundo os programas curriculares, só é introduzido no 11º ano do ensino secundário, trabalhando os alunos até aí com um conceito de massa que se distingue do conceito de peso, apenas pela unidade. Nos objectivos do programa do 8º ano do ensino básico é requerido que os alunos saibam distinguir entre peso e massa e estabelecem-se algumas diferenças. Até ao 11º ano, os alunos não conhecem atributos críticos para a definição de massa na disciplina de Física. Na disciplina de Química, o panorama, quanto aos programas curriculares, é semelhante, não há definição do conceito de massa, este é introduzido pela identificação da unidade.

Este conceito é polémico, em Química encontramos as seguintes definições: «massa é uma medida da quantidade de matéria que compõe um objecto» (Chang,

⁶ «Grandeza física é um atributo de um fenómeno, corpo ou substância susceptível de ser caracterizado qualitativa e quantitativamente». In Vocabulário Internacional de Metrologia, trad. Da Ed. Internacional BIPM-CEI-ISSO-OIMOL, 1984.

1994, p.16) ou «massa é uma medida invariante da quantidade de matéria» (Shoog, 1994, p.12).

Esta definição é usual, quer em dicionários, quer em manuais escolares de Química e também surgem nos manuais escolares Física

Acerca desta definição, Valadares refere, «em caso algum se deve utilizar a definição de massa como “quantidade de matéria”» (Valadares, 1991, p.190). Diz este autor, que pelo contrário, deve-se referir que a quantidade de matéria é uma grandeza física diferente de massa e que no Sistema Internacional de unidades (SI) possuem unidades diferentes. Segundo o SI, massa exprime-se quilograma (Kg) e quantidade de matéria em mole. O conceito de quantidade de matéria distinto do de massa, só será definido em Química, no 10º ano do ensino secundário, de acordo com o programa curricular.

A definição de massa na disciplina de Química e de Física têm significados diferentes e os seus programas curriculares, no ensino básico, não possuem objectivos bem definidos de modo a esclarecer esta diferença.

Quanto aos conceitos de peso e massa, são grandezas físicas diferentes, mas que no quotidiano são utilizadas de forma confusa e até incorrecta. Frequentemente pode ler-se em embalagens de produtos alimentares e outros, «peso do produto igual a “x” Kg».

Em linguagem científica, o termo “pesagem” refere-se à operação por meio da qual se determina o peso de um corpo. No entanto, não há terminologia científica específica para designar a operação de avaliar a massa de um corpo, utilizando-se também a terminologia, “pesagem”.

Massa e peso são conceitos diferentes mas estreitamente relacionados, o peso de um corpo num dado local depende da sua massa, por exemplo no mesmo local da Terra, quanto maior for a massa de um corpo, maior será o seu peso. Isto, porque o peso de um corpo, pode ser definido em relação a um sistema de

referência e assim o peso resulta do produto da massa do corpo pela aceleração normal da gravidade.

No contexto da Física, para o nível etário do 8º ano, é comum estabelecerem-se algumas diferenças entre os conceitos massa e peso, tais como:

- peso é uma força, ou seja, uma grandeza vectorial e a massa é uma grandeza escalar;
- no SI, peso é expresso em Newton, N, e massa é expressa em Kg;
- o peso é uma grandeza física medida com um instrumento denominado dinamómetro e a massa é também uma grandeza física mas medida com uma balança de pratos;
- o peso de um corpo varia com o local onde o corpo se encontra, por exemplo na Terra ou na Lua, e a massa é uma característica de um corpo, sendo portanto invariável.

Calor e Temperatura

Os conceitos de calor e temperatura representam grandezas físicas, a que correspondem noções imediatas, adquiridas no quotidiano através dos fenómenos diários e possuem uma definição intuitiva de carácter sensitivo. Estes conceitos, são aprendidos na escola, no 9º ano de escolaridade e serão utilizados frequentemente ao longo do ensino secundário pelos alunos de ciências.

Calor e temperatura são conceitos que estão intimamente ligados, quer no contexto científico, quer no quotidiano e possuem um nível de abstracção elevado, sobretudo, para a pressuposta idade dos alunos que frequentam o 9º ano de escolaridade. No quotidiano, a abstracção é devida à interligação que existe entre os dois conceitos. Em linguagem quotidiana, é frequente dizer-se: “a temperatura desta sala está muito quente” em vez de mais correctamente “.... muito elevada” ou “Faz um calor excessivo” em vez de “a temperatura do ar está elevada”. No quotidiano, existe confusão entre os conceitos, calor e temperatura.

As definições destes dois conceitos no âmbito da Física, apresentam dificuldades que não cabem neste estudo. No entanto, é importante referenciar que a definição do conceito de calor possui alguma polémica quanto à terminologia científica a utilizar.

Segundo Pushkin (1996) citado por Slisko (1997), o termo correcto para definir energia calorífica “*heat energy*” é calor “*heat*” ou de um modo mais elaborado energia térmica fluída “*thermal energy flow*” ou transferência de energia térmica entre substâncias que se encontram a temperaturas diferentes. Afirma este físico que o termo “*heat energy*” deve ser alterado para “*heat*”, porque calor é um processo de transferência (*flow, transfer*). Contrariamente a este ponto de vista, Lewis and Linn (1996) citado por Slisko (1997), argumenta que a utilização do termo “*heat energy*” reforça a ideia que o calor é uma forma de energia. Estas duas diferentes interpretações do conceito de calor, estão em colisão conceptual. Num dos argumentos, calor é definido como um processo de transferência de energia e no outro como uma forma de energia. Esta não é uma discussão isolada, mas reflecte a variedade de terminologia e as polémicas geradas quanto à linguagem científica utilizada na definição deste conceito. Ainda acerca do conceito de calor e segundo Farrow (1996) citado por Slisko (1997), “*heat energy*” é função das vibrações dos átomos e moléculas que constituem as substâncias e “*heat*” é a quantidade total de energia térmica contida numa dada quantidade de material. Esta polémica, como já se referiu, não faz parte do âmbito deste estudo, mas é importante salientar que a terminologia científica para a definição de calor, não possui concordância por parte da comunidade científica, o que implica requerer muita atenção no ensino/aprendizagem destes conceitos.

No conceito de temperatura, a questão põe-se não só pela terminologia mas também pela sua própria definição. A noção familiar que temos deste conceito tem origem nas sensações de quente e frio. No entanto, em Física pode definir-se como

uma grandeza mensurável, independente do aparelho de medida ou de forma microscópica, como a energia cinética resultante da agitação média das moléculas que constituem uma substância (Lévy, 1988). No campo da termodinâmico define-se como uma variável de estado que caracteriza o estado térmico dos corpos.

A temperatura é um atributo ou uma propriedade de estado que descreve o estado termodinâmico de um sistema e é também uma medida de sistemas “quentes”, expressa em algumas escalas. Pode ser também considerada um indicador da direcção em que a energia se transfere espontaneamente, quando dois corpos são colocados em contacto, ou seja, do mais quente para o mais frio (Besançon, 1996). Quando comparamos as definições de calor e temperatura, é possível encontrar argumentos comuns. Por exemplo, calor pode ser definido como sendo a energia transferida entre sistemas que se encontram a temperaturas diferentes e temperatura pode ser definida como uma propriedade de um corpo que determina a direcção da energia transferida (Besançon, 1996).

Com esta exposição, pretendeu-se apenas sublinhar que estes conceitos são complexos para o nível etário onde são leccionados, o que requer uma atenção redobrada no seu ensino, quer no uso da terminologia científica, quer nos exemplos e aplicações propostos.

5 – Conclusão

Neste capítulo procurou-se relacionar a linguagem com a comunicação e o pensamento, considerando que estes são elementos importantes para a construção do conhecimento.

A compreensão e a aquisição da linguagem e terminologia científica são essenciais para um ensino/aprendizagem eficaz em Ciência. Assim, pretendeu-se chamar a atenção não só para as potencialidades, como também para os obstáculos

que podem surgir numa aprendizagem onde haja uma utilização menos cuidada da linguagem científica.

A terminologia científica faz parte integrante da linguagem científica e devido a existirem por vezes, múltiplos significados para o mesmo vocábulo, podem criar-se dificuldades na identificação de um termo científico, quando este não foi suficientemente explorado, para ser aplicado em diversos contextos. O mesmo acontece com o nível de abstracção de cada termo ou conceito científico, que pode dificultar a compreensão e por conseguinte a aprendizagem em Ciência.

Sem o objectivo de aprofundar o estudo de conceitos científicos, foram analisados os quatro conceitos que constituem o estudo empírico. Estes conceitos embora aparentemente elementares e simples, apresentam pela sua terminologia e não só, alguns entraves à aprendizagem e sobretudo à construção do conhecimento científico. A importância da aprendizagem destes conceitos, baseia-se na sua constante aplicação, ao longo de um curso vocacionado para a Ciência e nas dificuldades de comunicação que podem surgir quando a aprendizagem não foi efectiva.

PARTE II

ESTUDO EMPÍRICO

Capítulo 1

Metodologia da Investigação Empírica

1 - Introdução

Neste capítulo, fez-se um enquadramento teórico da metodologia aplicada ao estudo, dos instrumentos de recolha de dados utilizados e do tratamento desses dados. Pretendeu-se descrever o contexto em que se desenvolveu a investigação, assim como identificar a população a investigar. Com a finalidade de escolher os instrumentos que melhor se aplicassem ao estudo, foi feita uma descrição teórica dos instrumentos, suas vantagens, suas desvantagens e quando, como e em que situações foram aplicados. Com base nas questões e objectivos gerais da investigação e de modo sucinto, foi justificada a escolha de cada um dos instrumentos utilizados, assim como, os objectivos que se pretendiam atingir com a aplicação de cada um deles. Finalmente, foi descrito o planeamento de cada instrumento de recolha de dados.

Com a finalidade de facilitar a compreensão da análise e interpretação dos dados, foi descrito neste capítulo, o procedimento de toda a investigação, assim como a descrição do tratamento a que os dados foram sujeitos.

2 - Opções Metodológicas

Com esta investigação, pretendeu-se estudar a relação da linguagem científica com a construção do conhecimento científico do aluno. Este não é um processo simples e linear, já que cada aluno constrói de modo diferente o seu conhecimento mesmo que aparentemente verbalizem os mesmos conceitos. Este estudo, pretende compreender a construção do significado conceptual construído

pelo aluno, tendo em atenção o que pode interagir com o aluno. O objecto da investigação é o aluno e a aprendizagem de conceitos, porém é importante o contexto em que o aluno se situa, não apenas o contexto da aprendizagem escolar, mas também o contexto social e familiar, diferentes para cada aluno. Este estudo, não se baseia em comportamentos observáveis, mas sim no significado que cada sujeito atribui aos conceitos estudados.

Os dados obtidos nesta investigação, são basicamente para serem compreendidos à luz das teorias que enquadram a problemática. Assim, uma metodologia quantitativa que se baseia na generalização dos resultados obtidos, não seria apropriada, tendo em conta que o estudo envolve o aluno na sua globalidade e na sua especificidade e o conhecimento, que não pode ser generalizado. Como estão envolvidos conceitos e ideias construídos pelos alunos, para posterior interpretação, a abordagem de investigação julgada mais apropriada é a qualitativa. Esta metodologia foi escolhida, pois a natureza do estudo é compreensiva. No paradigma qualitativo, geralmente, cada investigador tem tendência para desenvolver o seu próprio método de acordo com o seu objecto de investigação, os seus objectivos e os seus pressupostos teóricos. Deste modo, os métodos e procedimentos de análise podem ser múltiplos (Maroy, 1997).

De acordo com Maroy (1997), a «multiplicidade não é ilegítima, na medida em que as investigações qualitativas apresentam muitas vezes a particularidade de serem indutivas» (p.117). Este trabalho indutivo, a permuta constante entre as hipóteses de partida e a recolha e tratamento de dados, são importantes numa análise qualitativa numa lógica de exploração, tornando-se um meio de construir um quadro teórico compreensivo e não uma verificação de teorias ou hipóteses (Maroy, 1997).

Nesta metodologia, o investigador é o instrumento de recolha de dados, a fiabilidade e qualidade dos dados depende da sua sensibilidade e conhecimento. Os

dados são recolhidos de forma directa em relação ao objecto em estudo, tendo o investigador um papel activo, como observador directo do modo como os dados são construídos (Bogdan, 1994). Segundo o mesmo autor, a investigação qualitativa possui cinco características, o que não significa que um só estudo qualitativo, possua todas estas características em simultâneo. As características principais são:

- neste tipo de investigação, os investigadores constituem o instrumento principal;
- é uma investigação descritiva;
- os investigadores interessam-se mais pelo processo do que pelos resultados;
- os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva;
- é muito importante o significado, o processo de condução da investigação reflecte quase que um diálogo entre o investigador e o sujeito, pois este não é abordado de forma neutra.

Além dos motivos já expressos anteriormente, esta metodologia foi escolhida nesta investigação, pelo facto de os dados não se reduzirem a números, sendo analisados na sua total complexidade. Devido à especificidade do estudo, é relevante possuir dados obtidos de várias formas, escrita e oral o que permite recolher informações com expressões diferentes.

3 - Contexto da Investigação Empírica

A recolha de todos os dados da investigação, foi feita pela investigadora nas aulas de Ciências Físico-Químicas (C.F.Q.) numa Escola Secundária situada no concelho do Seixal. Esta escola foi escolhida por ser esse o local onde a investigadora lecciona, tornando-se assim, mais fácil o contacto com os alunos participantes na investigação.

Esta escola oferece aos alunos o 3º ciclo do ensino básico e o ensino secundário, havendo mais turmas no secundário do que do básico. Esta não é uma escola nitidamente vocacionada para as disciplinas de Física e Química já que não possui cursos tecnológicos com base nestas disciplinas. A escola existe há 36 anos e ao longo dos tempos alterou a sua oferta de cursos de acordo com a evolução do sistema educativo. Ao longo de todos estes anos não tem sofrido muitas alterações arquitectónicas, sendo portanto uma escola antiga com alguns problemas de instalações.

No ano em que decorreu a investigação, o número de turmas do curso de prosseguimento de estudos eram cinco, em cada um dos seguintes anos: 10º, 11º e 12º, sendo apenas duas turmas do Curso de Ciência em cada um dos referidos anos. Na área científica, particularmente nas disciplinas de C.F.Q. e Técnicas Laboratoriais de Física (T.L.F.) as instalações da escola eram na altura da realização do estudo, deficientes não havendo salas específicas para ciências, nem laboratórios, sendo as aulas de T.L.F. leccionadas em salas de aula normais. De salientar, porém, que a existência de materiais e equipamentos para leccionar estas disciplinas era satisfatória, mas em muitos casos difíceis de serem utilizados pela falta de instalações adequadas.

Na biblioteca, existiam materiais informáticos aos quais os alunos tinham fácil acesso, estando a funcionar seis computadores, dos quais cinco estavam ligados à Internet. Além disso, a biblioteca possuía um número de livros na área das ciências, suficiente para as necessidades destes alunos e dos programas leccionados.

A escolha de grupos de alunos diferentes, ou seja, de diferentes turmas, deveu-se ao facto de não se pretender ter os mesmos alunos a analisarem os dois conjuntos de conceitos. Pelo facto destes alunos, aparentemente terem as mesmas dificuldades, cada aluno analisou apenas um conjunto de conceitos, sem possuir referências anteriores.

5 - Instrumentos de Recolha de Dados

Para poder ser feita a escolha dos instrumentos da recolha de dados, o investigador tem que construir os seus instrumentos tendo em conta se a recolha que irá realizar será directa ou indirecta, ou seja, «o próprio investigador procede directamente à recolha das informações, sem se dirigir aos sujeitos interessados ... ou o investigador dirige-se ao sujeito para obter a informação procurada» (Quivy, 1998, p.164). Neste estudo, podemos dizer que houve uma recolha indirecta dos dados, pois a investigadora solicitou aos alunos a elaboração de tarefas que originaram os dados pretendidos.

Para conceber os instrumentos de recolha de dados, é necessário conhecer muito bem o que se pretende estudar, para que o instrumento seja capaz de produzir a informação adequada e com o máximo de rigor. Para isso torna-se aconselhável testar os instrumentos a utilizar.

Para se poder validar uma pesquisa é essencial a realização de um estudo prévio ou exploratório, testando os instrumentos que se pretendem utilizar no estudo principal. O estudo exploratório, permite ensaiar e melhorar os instrumentos de recolha de dados, o seu tratamento e possibilitar a adequação destes instrumentos aos objectivos gerais definidos.

Nesta investigação, realizou-se uma recolha prévia de dados de modo a ser possível construir dialeticamente o quadro teórico, sem ter nesse momento ideias

preconcebidas muito estruturadas, nem um plano de investigação demasiado detalhado.

Partindo de uma motivação e experiência pessoal, com algumas hipóteses já formuladas, foi iniciada a construção dos instrumentos de recolha de dados e administrados, constituindo um estudo exploratório. Após os dados recolhidos, pareceu mais fácil enquadrar a investigação e estruturar o estudo principal.

Os objectivos do estudo exploratório, foram:

- analisar a pertinência e adequação das questões dos instrumentos de recolha de dados, de acordo com as questões e os objectivos gerais da investigação;
- possibilitar se necessário, a rectificação das mesmas questões;
- verificar a adequação da linguagem e conteúdos, ao nível etário e de conhecimentos dos alunos.

Esta investigação trabalhou com conceitos científicos que possuem diferentes significados em contexto científico e quotidiano. A definição de um conceito, pode ser feita oralmente ou por escrito. A escrita, pressupõe uma linguagem mais elaborada e reflectida, enquanto que a oralidade, é mais espontânea e o conceito é explicado pelo sujeito tal como ele o verbaliza de imediato. Sendo importante a utilização ou não, de terminologia científica na definição destes conceitos, pretendeu-se estudar estas duas formas de expressão, oral e escrita. Pelo que foi exposto, houve necessidade de criar instrumentos diferentes, mas que se complementassem, de modo a se poder analisar a linguagem no seu todo. Para concretizar os objectivos desta investigação, recorremos a métodos mistos. Os instrumentos de recolha de dados utilizados neste estudo, foram: inquérito por entrevista e por questionário e um texto escrito, retirado de um manual escolar.

Designámos os dois primeiros instrumentos como inquérito, sendo que «um inquérito consiste em suscitar um conjunto de discursos individuais, em interpretá-los e generalizá-los» (Ghiglione, 1997, p.2).

Os discursos provenientes dos inquéritos, orais ou escritos, não são produzidos sem nenhuma influência do investigador, nem tão pouco isentos de neutralidade deste. No momento da interpretação dos dados, surge também aqui, a subjectividade do investigador quando interpreta, ou agrupa resultados, fazendo generalizações. Os discursos de que são constituídos os inquéritos, «não são espontâneos, não são produzidos num vazio social que asseguraria a sua objectividade» (Ghiglione, 1997, p.2) são obtidos em situações particulares, na sua maioria estruturadas pela interacção do entrevistador com o entrevistado.

A seguir sob o ponto de vista metodológico, serão enquadrados teoricamente os três instrumentos administrados neste estudo.

5.1 - Entrevistas

As entrevistas são utilizadas para recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, o que permite ao investigador conhecer o modo como o sujeito interpreta o tema a desenvolver (Bogdan, 1994). No início da entrevista, informaram-se os entrevistados dos objectivos gerais do estudo e garantiu-se confidencialidade e anonimato.

Na investigação qualitativa, as entrevistas variam quanto ao grau de estruturação. Assim, podemos diferenciá-las em três tipos:

- Entrevista não estruturada ou não directiva. Neste tipo de entrevista, é favorecida a expressão livre do entrevistado, onde o entrevistador interfere muito pouco. Esta entrevista é «exclusivamente articulada em torno de um tema geral que se pretende que o entrevistado explore» (Albarelo, 1997, p.88). Segundo Ghiglione (1997), a noção de ambiguidade⁷ é fundamental neste tipo de entrevista, pois ela permite que o entrevistado desenvolva o seu próprio raciocínio, de um tema muito geral, para o

⁷ Ambiguidade «ausência de qualquer quadro de referência imposto» (Ghiglione, 1997, p.85).

qual não tem quadro de referência específico. Refere ainda o mesmo autor, que a noção de ambiguidade deve ser compreendida como um tema que introduz a conversa, mas que permite ao entrevistado interpretá-lo livremente a partir do seu próprio quadro referencial.

- Entrevista semiestruturada ou semidirectiva. Esta entrevista, não é inteiramente aberta nem dirigida por um grande número de questões “precisas”. Deste modo, permite ao entrevistado estruturar o seu próprio pensamento acerca do tema perspectivado (Albarello, 1997). Porém, o entrevistado pode ser levado naturalmente a desviar-se do tema em estudo, o que exige a intervenção do entrevistador de forma a aprofundar apenas o tema de interesse, o que dá parcialmente a esta entrevista um aspecto estruturado. O entrevistador conhece os temas a tratar, mas a ordem e a forma como os irá introduzir será do critério do entrevistado, sendo fixada a orientação para o início da entrevista. Segundo Ghiglione (1997), a ambiguidade, segundo a definição dada anteriormente, neste tipo de entrevista é menor, pois o esquema de entrevista estrutura o entrevistado e portanto impõe-lhe um quadro referencial. Porém, cada tema tem a sua ambiguidade, ou seja, o que fica definido é o quadro referencial global, «permanecendo uma não definição dos quadros de referência ao nível de cada ponto» (Ghiglione, 1997, p.84).

- Entrevista estruturada ou directiva. Segundo Albarello (1997), «as questões padronizadas são idênticas para todos os entrevistados, a respectiva ordem é preestabelecida, tratando-se de questões fechadas ou abertas, mas para as quais se esperam respostas curtas» (p.87). Este tipo de entrevista, tem um quadro de referência definido, no qual o entrevistado deve-se situar, de modo a poder responder de forma correcta. Segundo Ghiglione (1997), neste tipo de entrevista, não existe praticamente qualquer ambiguidade, pois o quadro de referência é inicialmente definido e o inquirido deve situar-se nele.

Para que as entrevistas resultassem, pretendeu-se que os entrevistados estivessem à vontade com o entrevistador e com o tema, falando livremente sobre ele. Não existem regras que se possam aplicar igualmente a todas as situações de entrevista, no entanto, estava-se consciente da importância da necessidade do entrevistador ouvir cuidadosamente, «o processo de entrevista requer flexibilidade» (Ghiglione, 1997, p.137).

Tentou-se usar um gravador durante a entrevista, o que levantou algumas considerações. Quando se utiliza um gravador, o entrevistador deverá informar o entrevistado e averiguar se é ou não do seu agrado, se este não se sentir à vontade ou não quiser, deve-se optar por algo que deixe completamente à vontade o entrevistado.

Este método de recolha de dados apresenta alguns limites. As informações recolhidas não estão imediatamente numa forma sobre a qual se aplique um modo de análise específico. A flexibilidade do método pode levar a acreditar numa espontaneidade total do entrevistado e na neutralidade do entrevistador, o que não acontece.

Em qualquer entrevista, a linguagem é importante para situar o entrevistado no tema que o entrevistador pretende estudar, assim como a sua compreensão. Deste modo, é necessário da parte do entrevistador clareza da mensagem que pretende “passar” e possibilitar a sua compreensão. Pretendeu-se que a linguagem da entrevistadora: fosse acessível; permitisse uma resposta, ou seja, embora o entrevistado possa ter compreendido a questão, esta poderia remeter para conceitos pouco usuais para ele; motivasse o entrevistado a responder e estivesse o mais próximo possível do universo linguístico do entrevistado.

Nesta investigação, o factor da linguagem foi importante, por se tratar de adolescentes que por vezes, têm códigos linguísticos específicos o que teve de ser tido em conta nas suas respostas. Uma das vantagens da entrevista nesta

investigação, foi a flexibilidade que permitiu recolher a informação e «as interpretações dos interlocutores, respeitando os próprios quadros de referência na sua linguagem e as suas categorias mentais» (Quivy, 1998, p.194). Segundo Ghiglione (1997), cada tipo de entrevista possui objectivos diferentes, sendo um deles muito importante para o nosso estudo, ou seja, o de obter informações de ordem cognitiva: como é que o sujeito organiza o tema que lhe é proposto? Que conceitos e que linguagem utiliza?

A escolha da entrevista semiestruturada para esta investigação, foi baseada na questão e nos objectivos gerais da investigação. A aplicação deste instrumento de recolha de dados, pretendeu corresponder aos seguintes objectivos:

- Verificar se o aluno recorre ao contexto científico quando é solicitado para definir um conceito;
- Analisar se há confusão de conceitos, quando uma palavra tem significados diferentes em linguagem científica e em linguagem quotidiana;
- Identificar o tipo de linguagem, científica ou quotidiana, que o aluno aplica em contexto informal.

Estudo Exploratório

Planeamento da entrevista

A primeira etapa para planear a entrevista, foi escolher os conceitos que iriam ser estudados. O primeiro critério foi escolher conceitos que tivessem significados múltiplos em contexto quotidiano e científico. Em seguida, seleccionar os conceitos que fossem do conhecimento dos alunos nestes dois contextos e que se adaptassem aos objectivos da investigação. Para isso, escolheram-se dois conjuntos de conceitos que pela diferença de significados nos dois contextos referidos, pelo seu nível de abstracção, pela confusão que os alunos fazem com o significado dos conceitos no contexto científico e quotidiano e pelo seu uso em várias disciplinas de Ciência onde em cada uma delas o seu significado pode variar (são os

designados conceitos nómadas), podem dificultar a sua aprendizagem. Assim, foram escolhidos conjuntos de conceitos que estão intimamente ligados, quer pela “semelhança” de significados, quer pela grande diferença de significados no contexto quotidiano e científico e também pelo seu uso em várias disciplinas científicas. Além disto, estes conceitos são considerados básicos para os alunos de ciências, pois farão parte integrante da sua linguagem ao longo do ensino secundário e estudos posteriores. Perante estas condições definidas para a escolha dos conceitos, existiam vários conjuntos pelos quais se poderia ter optado. A opção surgiu com base em dois conceitos supostamente aprendidos no 8º ano e portanto, no início do estudo da Física e dois conceitos aprendidos no 9º ano de escolaridade. Os conceitos estudados foram: massa; peso; calor e temperatura.

Para as definições de peso e massa teremos como base o considerado adequado pelos programas curriculares. Assim, definiremos peso de um corpo como a força com que este é atraído para a Terra, ou ainda, como a força que a atracção gravítica exerce sobre um corpo. Para o conceito de massa, aceitaremos a definição utilizada em Química, quantidade de matéria que constitui um corpo, pois foi esta a única definição a que estes alunos tiveram acesso, nesta fase de escolaridade. Aceitaremos também a definição usual em manuais de Física: massa, é uma grandeza física, escalar, que não varia com o lugar onde o corpo se encontra e pode medir-se com uma balança de pratos.

Para as definições dos conceitos de calor e temperatura, teremos como base as convenções mais usuais. Definiremos temperatura como uma propriedade que caracteriza o estado térmico de um corpo. De modo geral, podemos afirmar que se um corpo recebe “calor” a temperatura sobe, se perde “calor” a temperatura desce, não estamos evidentemente a considerar o caso particular dos gases, onde entram outras variáveis. Assim, podemos dizer que a temperatura é uma grandeza física variável, que indica se um sistema está ou não em equilíbrio térmico com outros

(Índias, 1992). Definiremos calor como a quantidade de energia transferida de um sistema para outro, devido à diferença de temperatura entre eles.

Para se procurar estabelecer ligações entre os meios de consulta a que os alunos facilmente têm acesso, foram tidas em conta, as definições que aparecem, quer nos dicionários, quer nos manuais escolares. Os manuais escolares escolhidos foram os adoptados pela escola, sendo provavelmente através deles que os alunos participantes neste estudo, aprenderam estes conceitos. Também foram consultados os programas da disciplina de Ciências Físico Químicas do ensino básico (8º e 9º anos), onde se indicam os objectivos que se pretendem alcançar com a aprendizagem destes conceitos, pois como vimos alguns conceitos não são fáceis e o seu ensino deve ser adequado ao nível cognitivo dos alunos. Alguns destes conceitos, como por exemplo massa, serão aprofundados no 11º ano, o que implica que no ano em que decorreu o estudo o conhecimento dos conceitos continua a ser basicamente o aprendido em anos anteriores.

1. Consultou-se um dicionário de português⁸, onde se pôde verificar a variedade de significados que cada um destes conceitos pode adquirir consoante o contexto em que está inserido.

Peso:

- Objecto metálico aferido, utilizado como medida nas pesagens feitas com certos tipos de balança; esfera metálica utilizada como arremesso, em certa modalidade do atletismo;
- Tudo o que carrega ou oprime; carregamento; carga; unidade monetária de algumas nações hispano-americanas;
- (fig.) Influência; autoridade; merecimento; valia; sensatez; encargo; ónus; incómodo; opressão; importância;
- (fis.) Resultante das acções da gravidade sobre os corpos (peso absoluto).

⁸ Costa, J.A., Melo A.S. (1992). **Dicionário da Língua Portuguesa**. (6ª ed.). Porto Editora. Porto

Massa:

- Mistura de farinha com água ou outro líquido, formando pasta; qualquer substância parecida com massa; mistura de cal e cimento areia e água; pasta de farinha para sopa; o maior número ou totalidade dos elementos de um conjunto;
- Pasta; dinheiro; multidão; substância informe; povo;
- (fis.) Razão existente entre qualquer força que actue sobre um dado corpo material e a aceleração do movimento que essa força lhe comunica; quantidade de matéria de um corpo.

Calor:

- Sensação produzida pela acção do sol e do fogo;
- Estado do que se acha quente;
- (fig.) Animação; veemência; entusiasmo;
- (fis.) Forma de energia associada com o movimento individual de átomos ou moléculas de um corpo, à qual se devem os fenómenos calóricos (aquecimento, dilatação dos corpos, certas mudanças de estado e transformações químicas).

Temperatura:

- Grau de calor ou de frio de um lugar;
- Febre;
- Propriedade que determina o fluxo de energia calorífica quando um objecto é posto em contacto com outros;
- (fis.) Estado ou nível térmico de um corpo ou de um determinado meio.

2. Consultaram-se também os manuais escolares nos quais possivelmente os alunos participantes no estudo, adquiriram os conceitos na escola.

Peso: «Peso de um corpo, é a força de atracção gravítica que a Terra exerce sobre esse corpo»⁹.

⁹ Maciel, M., Miranda, A. (1997). **Eu e a Física**, 8º ano. Porto Editora. Porto. p.72-75

Massa: Neste manual não há uma definição deste conceito, ele aparece como um dado já adquirido pelos alunos e fazem apenas a distinção entre peso e massa. «A massa de um corpo, é uma grandeza física escalar, não varia com o lugar, exprime-se em quilograma, Kg e pode medir-se com balanças de dois pratos»⁹.

Calor: «Calor é a energia transferida entre dois sistemas, a temperaturas diferentes»¹⁰.

Temperatura: «É, precisamente, à energia cinética média das partículas que constituem um corpo que está associado o conceito de temperatura; quanto maior for a energia cinética média das partículas que constituem o corpo, maior será a temperatura desse corpo»¹⁰.

3. Por último, consultaram-se os programas de Físico-Química do 3º ciclo.

No programa de 8º ano de escolaridade da disciplina de C.F.Q., pode-se ler acerca do conceito de peso, nos objectivos (o aluno deve saber...):

Peso: “Identificar a força gravítica, responsável pela queda dos corpos como um caso particular da força de atracção gravitacional”¹¹

Acerca do conceito de massa o mesmo programa não é explícito, apenas refere nos conteúdos:

Massa: “massa e unidade SI de massa (Kg)”¹¹

No programa de 9º ano de escolaridade da disciplina de C.F.Q., pode-se ler acerca do conceito de calor, nos objectivos (o aluno deve saber...):

Calor: “Identificar o calor como medida da energia transferida espontaneamente de um sistema a temperatura mais elevada para um sistema a temperatura mais baixa (processo térmico) até se atingir o equilíbrio térmico”¹²

¹⁰ Maciel, M., Miranda, A. (1997). **Eu e a Física, 9º ano**. Porto Editora. Porto. p.34-37

¹¹ Ministério da Educação (1995). **Programa de Físico Química**. Ensino Básico. 8º ano. Lisboa p.45.

¹² Ministério da Educação (1995). **Programa de Físico Química**. Ensino Básico. 9ºano. Lisboa. p.62.

Acerca do conceito de temperatura o mesmo programa não é explícito, apenas refere nos conteúdos:

Temperatura: “Temperatura. Termómetros (°C)”.¹²

Após a escolha dos conceitos e de acordo com as questões e os objectivos gerais da investigação, optou-se por elaborar a entrevista com questões abertas, de modo a que o aluno pudesse desenvolver a resposta no contexto que pensasse ser o mais correcto.

Partiu-se do princípio que aluno teria aprendido estes conceitos inicialmente no seu quotidiano e só posteriormente na escola. Se o conceito científico foi bem compreendido, o aluno terá dois referenciais espontâneos quando tentar definir o conceito. Nestas circunstâncias terá tendência para querer saber em que contexto se pretende a definição, ou então, o conceito será definido no contexto que lhe pareça mais correcto, ou seja poderá ter ou não em conta, quem o está a interrogar, o local onde se encontra, etc.. O aluno possui assim, a capacidade de manusear o conceito, avaliando o contexto em que se encontra e tomar uma opção. Isto corresponde a uma aprendizagem efectiva do conceito.

A questão da entrevista, estava subdividida e foi colocada da seguinte forma:

«Vou dar-te quatro palavras que podem ter muitos significados. O que pretendo é que me digas, o que significa cada um dos conceitos que te vou dar. Podes dar mais do que uma definição:

- define o conceito de massa;
- define o conceito de peso;
- define o conceito de calor;
- define o conceito de temperatura».

Embora a entrevista tenha sido pequena, foi suficiente para averiguar qual o tipo de linguagem e contexto que o aluno utiliza num ambiente descontraído em que não lhe é exigido um significado do conceito num contexto específico.

Estudo Principal

Planeamento da entrevista.

Cada uma das entrevistas dos dois grupos de alunos, foi constituída por apenas uma questão subdividida em duas partes, por motivos que serão à frente referidos, não havendo alterações na formulação da questão colocada no estudo exploratório. Assim, ao primeiro grupo foi solicitada apenas a definição de massa e peso e ao segundo grupo a definição de calor e temperatura

5.2 - Questionários

Segundo Quivy (1998), um questionário, consiste em colocar aos inquiridos um conjunto de perguntas relacionadas com o tema que o investigador pretende estudar. Ghiglione (1997), define questionário como «um instrumento rigorosamente estandardizado tanto no texto das questões, como na sua ordem» (p.110).

Para construir um questionário é necessário saber exactamente o que se procura, garantir que as questões são compreendidas por todos os intervenientes e que a abordagem seja feita de modo a abranger todo o significado que se pretende dar à questão. Num questionário, as questões devem ser formuladas, após o que não se deve fazer adaptações ou dar explicações. Só desta forma as respostas dadas por várias pessoas podem ser consideradas comparáveis. Para isso, é indispensável que cada questão seja colocada da mesma forma a cada sujeito, sem que por iniciativa do entrevistador as questões sejam explicadas ou alteradas (Ghiglione, 1997). Para que isto se concretize, é necessário que cada questão seja clara e não contenha ambiguidades.

Os questionários podem ser elaborados segundo dois tipos de questões: fechadas e/ou abertas. Às questões abertas o sujeito responde usando um

vocabulário próprio, com a profundidade que quiser, fornecendo pormenores e comentando o que considere certo. Nas questões fechadas, o sujeito está perante questões com uma lista de respostas preestabelecidas possíveis, entre as quais tem de indicar a que considera mais correcta (Ghiglione, 1997).

O recurso ao questionário é feito quando há necessidade de obter informação de muitos sujeitos ou informação variada de um mesmo sujeito e quando a observação directa, levaria muito tempo a ser recolhida. Este instrumento é usado para «compreender os fenómenos; como as opiniões, as representações, etc.» (Ghiglione, 1997, p.13). O questionário é um instrumento relativamente fácil de administrar, pode ser realizado em qualquer lugar e em pouco tempo, não necessita de equipamento especial, por isso pode ser administrado a uma amostra grande, escolhendo os sujeitos que se pretendem estudar. Apesar de todas as vantagens referidas, o questionário depende totalmente da linguagem, o que pode trazer desvantagens como se verá mais à frente.

Uma das principais vantagens da utilização de questionários é a de possibilitar analisar um grande número de dados.

De acordo com as questões e os objectivos gerais desta investigação, a opção foi administrar questionários mistos de questões abertas e fechadas. Estes instrumentos de recolha de dados tiveram como objectivos:

- Conhecer quais os meios de informação a que os alunos recorrem;
- Compreender se os conceitos estudados nesta investigação foram adquiridos correctamente no contexto científico e quotidiano;
- Analisar se os conceitos foram adquiridos prioritariamente no quotidiano ou na escola;
- Verificar se o aluno para definir um conceito em Física, utiliza uma terminologia científica, recorrendo apenas à memorização, ou se, o conceito foi interiorizado.

Estudo Exploratório.

Planeamento dos Questionários

Os alunos responderam a dois questionários, um deles era referente aos meios de informação utilizados pelo aluno (Questionário «Meios de Informação») e o outro continha os mesmos conceitos de Física, que constavam na entrevista (Questionário «Conceitos»).

Em qualquer aprendizagem é importante a utilização e facilidade de acesso aos meios de informação. Por isso, foi elaborado um questionário «Meios de Informação» que pretendeu verificar se o aluno tinha acesso e utilizava as tecnologias de informação. Este questionário, tinha como objectivo compreender se todos os alunos tinham acesso de igual modo às chamadas tecnologias de informação, neste caso, além do computador e Internet, referiram-se outras fontes de informação mais ou menos tradicionais e acessíveis à maioria, TV, rádio, livros, jornais, etc.. Pretendeu-se conhecer os interesses não escolares dos alunos, assim como, o interesse familiar na área das tecnologias de informação, partindo do pressuposto que os hábitos familiares influenciam as escolhas dos jovens.

No questionário «Conceitos», pediu-se aos alunos que definissem os conceitos já referidos na entrevista. Pretendia-se também, que identificassem se esses conceitos tinham sido “aprendidos” primeiro na escola ou fora dela, facultando-se uma série de opções de meios de informação, tais como: TV, rádio, Internet, livros etc.. Por último, é pedido ao aluno que construa duas frases para cada um dos conceitos, ou seja, o aluno escreveria uma frase, com o conceito inserido na disciplina de Física e uma outra frase, com o mesmo conceito mas inserido na linguagem quotidiana.

No planeamento dos questionários, deu-se particular atenção à forma como cada questão era colocada de modo a evitar que surgissem dúvidas por parte dos

alunos. Para isso, houve o cuidado de utilizar uma linguagem fácil e acessível a todos eles.

Estudo Principal.

Planeamento dos Questionários.

No estudo principal, foram administrados os mesmos questionários referidos no estudo exploratório. Tanto no questionário «Meios de Informação», como no questionário «Conceitos», as questões mantiveram-se idênticas, quer na formulação das questões, quer na sequência das mesmas, relativamente ao estudo exploratório.

5.3 – Texto

Embora não seja um instrumento muito usual, os textos escritos pelo sujeito também são usados como dados. Este tipo de dado produzido pelo sujeito, pode ser utilizado em parceria com os dados de outros instrumentos ou como único elemento. Estes documentos geralmente classificam-se como pessoais ou oficiais. As escolas e outras organizações burocráticas produzem uma série de documentos escritos como, comunicações, ficheiros, boletins etc., a que podemos chamar documentos oficiais e que facilmente estão disponíveis para o investigador.

Na investigação qualitativa «a frase documentos pessoais é usado de forma lata para se referir a qualquer narrativa feita na primeira pessoa que descreva as acções» (Bogdan, 1994, p.177). Os documentos pessoais podem ou não ser solicitados pelo investigador.

Nesta investigação, foi considerado útil este instrumento de recolha de dados, classificado como documento pessoal, isto porque o aluno teve a oportunidade de se expressar através da escrita construindo a interpretação de um texto, o que permitiu estabelecer os seguintes objectivos:

- Verificar como os alunos interpretam correctamente um texto de carácter científico;
- Compreender se foi ou não construído conhecimento científico;
- Analisar se os alunos utilizam na expressão escrita, a linguagem científica ou quotidiana.

Escolha do texto

Na escolha do texto, houve o cuidado de verificar se este possuía uma linguagem fácil e acessível e se estava de acordo com os conhecimentos científicos dos alunos. O texto embora abordasse temas de Ciência e possuísse conceitos científicos, teria de ser compreensível para a faixa etária dos alunos.

Este instrumento não foi administrado no estudo exploratório, nem no estudo com o primeiro grupo de alunos, porém constituiu uma necessidade sentida ao longo da investigação para complemento dos dados recolhidos através dos outros instrumentos de recolha de dados. Para a escolha do texto, houve a preocupação de dialogar com um professor experiente no ensino da Física nesta faixa etária e mais precisamente neste ano escolar. Conjuntamente com este professor foi escolhido um texto que utilizasse linguagem científica acessível aos alunos de 10º ano e que contivesse os mesmos conceitos que tinham sido trabalhados ao longo da investigação.

Estudo Principal.

O texto escolhido «Temperatura, Equilíbrio Térmico e Calor», foi retirado de um manual escolar¹³ e tratava dos conceitos que tinham sido “trabalhados” pelos alunos na entrevista e no questionário. Embora escrito de forma acessível e de linguagem fácil, tinha uma estrutura didáctica estilizada e muito familiar aos alunos através dos manuais escolares. Este texto define os fenómenos científicos e

¹³ Fiolhais, C., Valadares, J. Silva, L., Teodoro, V. (1995). **Física 9º ano.** (1ªed.). Didáctica Editora. Lisboa. p.31 e p.33.

identifica também o seu significado no quotidiano. De recordar que se trata de um texto a que os alunos estão habituados a ler como “dever” escolar.

6 – Procedimentos na Execução do Estudo

A participação dos alunos, quer no estudo exploratório, quer no estudo principal foi voluntária, sendo os instrumentos de recolha de dados administrados na sala de aula, no horário lectivo normal dos alunos, não havendo qualquer prejuízo quer no cumprimento do programa da disciplina, quer no funcionamento normal das aulas, já que os conceitos analisados estavam integrados no programa curricular.

6.1 - Estudo exploratório

Antes de serem administrados os instrumentos de recolha de dados para a realização deste estudo, foi explicado aos alunos quais os objectivos destas actividades e garantido que nenhuma delas serviria como instrumento de avaliação.

De modo a cumprir os objectivos já atrás referidos, realizaram-se as actividades descritas a seguir.

Realização da entrevista

Após uma conversa prévia com os alunos, a investigadora pediu oralmente a cada aluno que definisse os conceitos de peso, massa, calor e temperatura. Para a realização da entrevista recorreu-se ao uso de um gravador e foi explicado que as respostas seriam gravadas, apenas para facilitar reter tudo o que eles proferissem. Depois de muitos risos e inibições em iniciarem a tarefa, os alunos pediram que o gravador fosse desligado, pois deste modo não conseguiam falar, utilizando para isso a expressão «temos vergonha». Passado este incidente, a investigadora

conversou um pouco com os alunos para relaxar e tornar a assegurar-lhes que a actividade em que iriam participar não era avaliativa. Em seguida e num ambiente mais descontraído, sem o uso do gravador, as questões foram novamente colocadas e todas as definições dadas pelos alunos foram anotadas pela investigadora. De referir que não houve intervenção da investigadora no raciocínio dos alunos. Após a questão ser colocada, cada aluno respondeu individualmente, com maior ou menor profundidade, consoante quisesse ou não, desenvolver o conceito.

Administração dos Questionários

O questionário «Meios de Informação» foi o primeiro a ser administrado e só posteriormente os alunos responderam ao questionário «Conceitos». Antes da entrega do questionário «Conceitos», a investigadora lembrou que tinham respondido oralmente a quatro questões sem lhes ser solicitado que inserissem as respostas no contexto da Física. Agora, iriam ter um questionário para responderem durante o tempo correspondente a uma aula, no qual constavam os mesmos conceitos que tinham aparecido na entrevista, mas que ao contrário da actividade anterior, a investigadora gostaria que se recordassem que esses conceitos tinham significados diferentes no quotidiano e em Física.

6.2 - Estudo principal

O estudo principal, realizado nas aulas de C.F.Q., baseou-se na reflexão do processo metodológico seguido e na análise dos dados obtidos através dos instrumentos administrados no estudo exploratório.

As etapas operatórias deste estudo, foram:

1. Convidar os grupos de alunos (de duas turmas), para participarem na investigação;

2. Explicar aos alunos em que consistia o trabalho no qual iriam participar e quais os seus objectivos. Foi dada a garantia de que estas actividades não tinham carácter avaliativo. Isto foi feito oralmente pela investigadora e indicadas as datas das aulas em que o estudo iria decorrer;
3. Recolher os dados sobre o sucesso escolar de cada aluno através das pautas de avaliação, para formar o seu perfil como estudante durante o ano lectivo em que decorreu a investigação;
4. Recolher os dados através da ficha biográfica de cada aluno, para estabelecer o nível etário e para compreender o respectivo contexto socioeconómico e sociocultural;
5. Administrar o questionário «Meios de Informação», para identificar as preferências de cada aluno no contexto específico da área das tecnologias de informação;
6. Realizar a entrevista, em que cada aluno interveio individualmente;
7. Administrar o questionário «Conceitos», ao qual cada aluno respondeu individualmente por escrito;
8. Distribuir aos alunos do segundo grupo, um texto de leitura para posteriormente, construírem um resumo desse texto.

A primeira abordagem aos alunos participantes neste estudo principal, foi feita numa reunião com todos os intervenientes na investigação e foram marcadas as datas de início das actividades e explicados os objectivos das mesmas. De referir que estas actividades foram realizadas duas por semana, em dias diferentes e o planeamento e objectivos destes instrumentos, tiveram como referência o estudo exploratório.

Depois de analisados os resultados do tratamento dos dados do estudo exploratório, pareceu mais correcto formar dois conjuntos de conceitos: o primeiro constituído por peso e massa e o segundo por calor e temperatura e, estudá-los

separadamente. Optou-se por este procedimento por torna-se mais fácil tratar cada um dos conjuntos de conceitos que possuem alguma ligação entre si. Verificou-se no estudo exploratório que havendo vários conceitos para definirem, existe uma dispersão por parte dos alunos que ao não verem ligação entre todos os conceitos apresentados, sentem dificuldades acrescidas em compreenderem o que estão a fazer e tentam de algum modo relacionar esses conceitos entre si, mesmo que essa relação não exista. Além disso, cada um dos conjuntos de conceitos possuíam particularidades que os aproximava, como já se referiu. Também pareceu interessante, fazer esta separação de conceitos para poder realçar o confronto do aluno com a dificuldade em distinguir dois conceitos que provocam confusão de significados entre si, o caso de peso e massa e o caso de calor e temperatura.

Neste estudo, foi feita uma consulta às pautas de avaliação dos dois primeiros períodos do ano lectivo em que se realizou a investigação. O objectivo desta consulta foi estabelecer a caracterização do grupo de alunos quanto ao seu sucesso escolar, não tendo no entanto, sido utilizada como critério de selecção dos alunos. Não se pretendeu averiguar o percurso escolar do aluno, obtiveram-se dados apenas referentes às classificações nas disciplinas de C.F.Q., T.L.F. e Português (Port.). Na escolha destas disciplinas, estiveram presentes alguns pressupostos. Como estes alunos tinham uma “disciplina Técnica”, que funcionava praticamente como um complemento à disciplina de C.F.Q. na área de Física e como o estudo trata temas de Física, pareceu importante a associação destas duas disciplinas. A escolha da disciplina de Port., deveu-se ao tema em estudo se relacionar com a linguagem.

Como informação secundária, fez-se também uma leitura global do sucesso escolar dos alunos em todas as disciplinas que constavam do ano escolar que os alunos frequentavam. Em seguida, consultou-se a ficha biográfica de cada aluno, de onde foram recolhidos os dados referentes às profissões e habilitações académicas

dos pais dos alunos, tendo como objectivo conhecer o contexto socioeconómico e sociocultural destes alunos.

Posteriormente, administraram-se os restantes instrumentos seleccionados para recolha de dados da investigação, sendo os instrumentos de recolha de dados utilizados neste estudo, os mesmos que foram usados no estudo exploratório.

Realização das Entrevistas.

Nas entrevistas deste estudo, ao contrário da realizada no estudo exploratório, já não houve a tentativa da utilização de um gravador. As entrevistas foram realizadas em sala de aula e as respostas às questões foram dadas individualmente e anotadas pela investigadora.

Administração dos questionários.

Na primeira das aulas reservadas para este estudo, os alunos responderam ao questionário «Meios de Informação». Na semana seguinte, já após a realização da entrevista, foi administrado o questionário «Conceitos», com os mesmos conceitos tratados na entrevista. Também aqui, em cada um dos grupos, antes da entrega dos questionários, a investigadora recordou que cada um dos conceitos que faziam parte do questionário, tinham significados diferentes no contexto do quotidiano e na disciplina de Física.

Leitura e resumo do texto.

Inicialmente não estava prevista a utilização deste instrumento de recolha de dados, pelo que não foi aplicado no estudo exploratório, nem no estudo do 1º grupo de alunos. Porém, após a leitura das entrevistas e questionários dos dois grupos, verificou-se que os alunos desenvolveram muito pouco as suas respostas, sobretudo na expressão escrita. Assim, sentiu-se a necessidade de utilizar um instrumento de recolha de dados onde os alunos pudessem de modo espontâneo expressarem-se através da escrita. Quando se aplicou este instrumento, já não foi possível trabalhar

com todos os alunos que participaram na investigação, mesmo assim pareceu importante a sua aplicação apenas num grupo de alunos.

Ao segundo grupo de alunos, foi fornecido um texto, onde constavam os mesmos conceitos com que já tinham trabalhado. Após a leitura individual do texto, pediu-se a cada aluno que o entregasse à investigadora e o reescrevesse com as suas próprias palavras.

7 - Tratamento dos Dados

Quase todas as respostas obtidas através dos instrumentos de recolha de dados, foram tratadas pela análise de conteúdo qualitativo, pois esta análise proporciona elementos que permitem a compreensão das respostas às questões colocadas neste estudo. Pretendeu-se fazer uma triangulação de dados de modo a ser possível a compreensão mais profunda da realidade.

A análise de conteúdos «é um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objectivos de descrição do conteúdo das mensagens» (Bardin, 1988, p.38). O objectivo da análise de conteúdo é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção¹⁴, sendo a inferência um «procedimento intermédio entre a descrição e a interpretação, explícita e controlada, de uma à outra» (Bardin, 1988, p.39).

A análise de conteúdo «trabalha a palavra, quer dizer, a prática da língua realizada por emissores identificáveis» (Bardin, 1988, p.43). Tendo como objectivo, «manipular as mensagens (conteúdo e expressão desse conteúdo), para evidenciar os indicadores que permitam inferir sobre uma outra realidade que não a da mensagem» (Bardin, 1988, p.46).

¹⁴ «Qualquer análise de conteúdo visa a determinação mais ou menos parcial do que chamaremos as condições de produção dos textos, que são o seu objecto. O conjunto das condições de produção, constitui o campo das determinações dos textos». Henry, P., Moscovici, S. (1968). Problèmes de l'analyse de contenu. In Langage nºII. Citado por Bardin.

Esta análise, dá a possibilidade de tratar metodologicamente informações que apresentam determinado grau de complexidade e profundidade, como no caso das entrevistas semiestruturadas ou as questões abertas dos questionários.

O conjunto dos dados recolhidos através das entrevistas, dos questionários e dos resumos do texto, teve tratamento individual para cada um destes instrumentos e posteriormente foram relacionados.

Segundo Maroy (1997) numa análise qualitativa, conjugam-se três características cognitivas: a redução dos dados, sua apresentação/organização e a sua interpretação/verificação.

A redução dos dados, permite conservar ou excluir dados, de modo a poder resumir-se o número de excertos dos dados recolhidos, que se pretendem utilizar e que se considerem os mais úteis para o trabalho. Esta redução realiza-se ao longo de todo o processo de investigação qualitativa.

Os dados devem ser organizados e apresentados, através de quadros, figuras, gráficos, etc.. Esta apresentação de dados é muito importante, no procedimento de interpretação dos resultados.

A interpretação é feita ao longo de todo o processo de análise qualitativa, de modo a atribuir um sentido aos dados recolhidos. Estas interpretações tornar-se-ão mais precisas ao longo da referida análise.

Os dados recolhidos nesta investigação, foram trabalhados de modo a permitirem tirar ilações, tendo sempre como base os objectivos gerais do estudo e as questões de investigação.

Todos os dados recolhidos (nos dois grupos), foram obviamente analisados em conjunto nas conclusões finais da investigação. No entanto, como os conceitos estudados foram diferentes em cada grupo, embora as questões fossem as mesmas, os dados irão ser apresentados e tratados separadamente.

7.1 - Entrevistas

Inicialmente, foi realizada uma leitura dos dados recolhidos através das entrevistas, sendo este acto repetido muitas vezes ao longo do processo de análise. Em seguida, construíram-se grelhas de análise com base em categorias específicas de acordo com os objectivos pretendidos. Entende-se por categorias, «classes pertinentes de objectos, de acções, de pessoas ou de acontecimentos» (Maroy, 1997, p.118). Segundo o mesmo autor (1997), categoria é um conceito que permite nomear uma realidade presente no material recolhido. As categorias de uma investigação são uma forma de classificar os dados descritivos que se recolheram, para facilitar a abordagem a este tipo de dados.

Das primeiras leituras das respostas à questão da entrevista, destacavam-se: palavras; frases; formas de pensar; diferentes contextos; etc., permitindo que fossem criadas quatro categorias de acordo com os objectivos da entrevista:

1. palavras utilizadas com maior frequência na definição dos conceitos;
2. contextos de inserção dos conceitos;
3. utilização de terminologia científica;
4. definições com significado científico correcto.

A categoria, contextos de inserção dos conceitos, foi dividida nas seguintes subcategorias:

- subcategoria F – frase confusa, não se conseguindo distinguir o contexto científico do quotidiano;
- subcategoria C – contexto científico;
- subcategoria Q – contexto quotidiano;
- subcategoria D – contexto científico e quotidiano nitidamente identificados numa só resposta.

Neste estudo considerou-se contexto, as condições que envolvem um conceito de forma a que este possa ser compreendido.

7.2 – Questionários

No tratamento dos dados recolhidos através dos questionários, foi utilizado o método de análise de conteúdo para as questões abertas usando os mesmos parâmetros já descritos para a entrevista e análise estatística de frequência (f) com as respectivas percentagens (%), para as questões fechadas. Não foram utilizados outros métodos estatísticos, devido ao reduzido número de alunos participantes na investigação.

Nas questões de escolha múltipla, a escolha do número de respostas foi livre. Assim, optou-se por numerar os itens das respostas e calcular a percentagem de vezes que cada um dos itens tinha sido escolhido. Para isso, recorreu-se a um quadro onde constam todos os itens, o número de vezes que cada deles aparece e a respectiva percentagem. As respostas às questões fechadas que apenas tinham duas opções de escolha, foram tratadas utilizando uma tabela de frequência onde aparecem as duas opções expressas em percentagem. Cada questão foi tratada individualmente. Na questão similar à da entrevista, onde se solicita a definição de conceitos, recorreu-se ao mesmo tipo de análise, ou seja, a aplicação das categorias e subcategorias criadas, para as respostas das entrevistas. Finalmente, como a questão da entrevista e a primeira questão do questionário «Conceitos» eram iguais, foi feita uma análise comparativa entre as respostas de expressão oral e as de expressão escrita.

7.3 – Resumo de um texto

Para tratar os resumos do texto, elaborados pelos alunos, recorreu-se à análise de conteúdo seguindo os critérios anteriormente descritos.

Através de três categorias: interpretação do texto; resumo do texto e linguagem utilizada na elaboração do resumo, procurou-se verificar os objectivos inicialmente propostos para o uso deste instrumento de recolha de dados. Após várias leituras dos resumos elaborados pelos alunos, estas categorias foram subdivididas de acordo com os dados obtidos, ficando a interpretação com duas subcategorias, correcta e incorrecta, o resumo subdividido em sintético e descritivo e a linguagem em linguagem científica/linguagem quotidiana e linguagem quotidiana.

8 – Conclusão

Basicamente, utilizou-se uma metodologia qualitativa, para analisar os dados recolhidos através das entrevistas, questionários e dos resumos de um texto. Nas questões abertas do questionário «Conceitos», na entrevista e no resumo de um texto, utilizou-se a análise de conteúdo, aplicando-se as frequências e as percentagens às questões fechadas dos questionários e aos restantes dados que permitiram a caracterização dos alunos participantes neste estudo.

Cada um dos instrumentos de recolha de dados foi escolhido e planeado, tendo cada um deles objectivos específicos que enquadram, a problemática, os objectivos gerais e as questões de investigação.

O planeamento de cada instrumento de recolha de dados, teve em conta não só o quadro teórico respectivo, mas também os objectivos específicos que se pretendiam atingir com a sua aplicação. O uso dos três instrumentos referidos,

tinham como finalidade, obter nas entrevistas, a expressão oral caracterizada por questões abertas e por respostas espontâneas e informais e nos questionários, a expressão escrita caracterizada por questões fechadas e/ou abertas das quais se esperavam respostas formais e menos espontâneas que as da entrevista. Nos resumos do texto, contrastando com os resultados do instrumento anterior, pretendeu-se uma expressão escrita de carácter mais livre, espontâneo e pessoal.

Capítulo 2

Análise e Interpretação dos Dados

1 - Introdução

Este capítulo constitui o trabalho empírico desta investigação para a compreensão da relação entre a linguagem científica e a construção do conhecimento científico.

Esta investigação baseou-se na análise da compreensão pelos alunos, de quatro conceitos científicos diferentes. Estes conceitos foram agrupados em dois conjuntos, um deles foi estudado pelo primeiro grupo de alunos e era constituído pelos conceitos, massa e peso o outro, foi estudado pelo segundo grupo de alunos e era constituído pelos conceitos, calor e temperatura.

A divisão destes conceitos em conjuntos, originou dois grupos de dados diferentes, tratados separadamente, mas utilizando os mesmos critérios e métodos.

Os dois grupos de alunos foram caracterizados pelo nível etário, nível de sucesso escolar e contextos socioeconómico e sociocultural .

Além do tratamento dos dados, ao longo do estudo foram sendo interpretados os resultados obtidos com consequentes sínteses, de modo a facilitar a leitura no final do estudo empírico.

2 - Estudo dos Conceitos: Massa e Peso

Os dados obtidos no estudo principal, constituído pelo primeiro grupo de alunos, foram interpretados segundo a análise de conteúdo, anteriormente descrita.

Como a construção do conhecimento do aluno, no seu processo de ensino/aprendizagem depende essencialmente dos seus conhecimentos prévios, da

influência do meio socioeconómico e sociocultural onde vive e do seu processo de desenvolvimento, quer cognitivo, quer afectivo, o ensino não pode apenas, ser centrado na apresentação de conteúdos, mas sim centrado no aluno, o que torna importante conhecer os antecedentes culturais e económicos deste aluno.

Com este pressuposto, tentou-se caracterizar o melhor possível, os aspectos atrás citados, tendo consciência que a administração e avaliação de questionários é insuficiente para contextualizar um aluno cultural e economicamente.

De salientar que os nomes dos alunos utilizados neste estudo, não correspondem aos verdadeiros, de modo a garantir o anonimato.

2.1 – Caracterização dos alunos do primeiro grupo

Os conceitos massa e peso, foram trabalhados pelo primeiro grupo de alunos que foram caracterizados pela idade, sexo, sucesso escolar, contextos socioeconómico e sociocultural. Nos quadros seguintes, estão referenciadas as frequências (f), que representam o número de elementos que se pretendem identificar e a respectiva percentagem (%), aproximada às décimas.

2.1.1 – Nível etário dos alunos

Para visualizar os dados obtidos nesta caracterização, construiu-se o quadro seguinte:

Quadro 1 – Distribuição por sexo e idade dos alunos do primeiro grupo

Sexo	f	%
Masculino	2	22.2
Feminino	7	77.8
Total	9	100.0

Idade	f	%
15 anos	6	66.7
16 anos	3	33.3
Total	9	100.0

Os participantes neste grupo, tinham uma faixa etária com uma amplitude muito reduzida entre os 15 e os 16 anos, idade plenamente aceitável para a frequência deste ano escolar.

2.1.2 – Nível de sucesso escolar dos alunos

Os dados obtidos através das pautas de avaliação final, dos 1º e 2º períodos (1ºP e 2ºP) do ano lectivo em que decorreu o estudo, foram compilados no quadro 2. Neste quadro, figuram as classificações nas disciplinas de C.F.Q., T.L.F. e Port.. (Anexo 1).

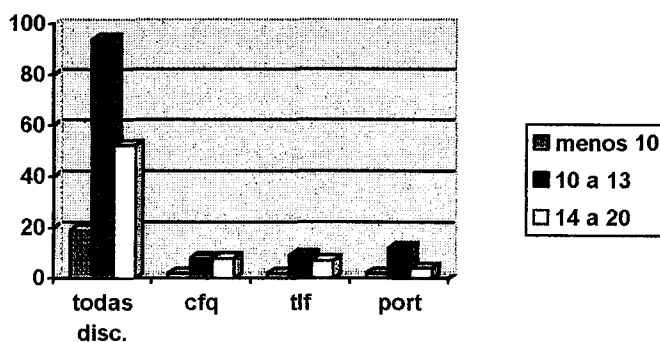
Quadro 2 – Classificações dos alunos do primeiro grupo

Valores	C.F.Q.		T.L.F.		Port.	
	1ºP	2ºP	1ºP	2ºP	1ºP	2ºP
< 10	1	1	2	0	0	2
10 – 13	2	6	4	5	7	5
14 – 17	6	2	3	4	2	2

Ao analisar-se as classificações das três disciplinas consideradas, verificou-se que apenas dois alunos apresentavam classificações inferiores a 10 valores. Também foi feita uma análise geral da pauta de avaliação, onde constavam todas as disciplinas curriculares correspondentes ao ano escolar que os alunos frequentavam, podendo-se concluir que seis dos alunos deste grupo, não tinham classificações inferiores a 10 valores, em nenhuma disciplina. Dos outros três alunos, um deles só tinha uma classificação inferior a 10 valores, o que permitiu a caracterização destes alunos como “bons”. De salientar ainda, que uma das alunas destacava-se com classificações entre os 14 e os 17 valores a todas as disciplinas, excepto Educação Física e Introdução às Técnicas de Informática.

No gráfico seguinte, foram representadas todas as classificações dos alunos em todas as disciplinas e em C.F.Q., T.L.F. e Port, dando uma visão global do sucesso escolar destes alunos. As classificações referem-se aos 1º e 2º períodos.

Gráfico 1 – Síntese das classificações dos alunos do primeiro grupo, em todas as disciplinas



De todos os alunos, apenas um já tinha sido retido num ano anterior, não sendo repetente no 10º ano.

2.1.3 – Contexto socioeconómico dos alunos

Para avaliar o contexto socioeconómico, consultaram-se os registos biográficos dos alunos e foram agrupados os indicadores referentes à profissão dos seus pais (Anexo 3). Com estes dados pretendeu-se, embora de um modo superficial, tirar ilações do nível socioeconómico de cada aluno.

Para classificar as profissões dos pais dos alunos, utilizou-se o critério dos sectores de actividades económicas, considerando-se três sectores: primário; secundário e terciário e denominou-se de “doméstica” as mães que não trabalhavam fora de casa.

Quadro 3 – Sectores de Actividade Económica onde os pais dos alunos do primeiro grupo, desempenham a sua profissão

////////	Primário	Secundário	Terciário	Doméstica
Pai	0	2	7	-----
Mãe	0	5	2	2

A maioria dos pais dos alunos, trabalhavam no sector terciário e as mães no sector secundário, apenas duas mães não trabalhavam fora de casa. De onde se conclui que o meio socioeconómico deste grupo de alunos era semelhante.

2.1.4 – Contexto sociocultural dos alunos

Para avaliar o contexto sociocultural dos alunos, foram recolhidas através dos seus registos biográficos, as habilitações académicas dos seus pais (Anexo 3), que foram divididas em três grupos: escolaridade até 9º ano; secundário e superior.

Quadro 4 – Habilitações académicas dos pais dos alunos do primeiro grupo

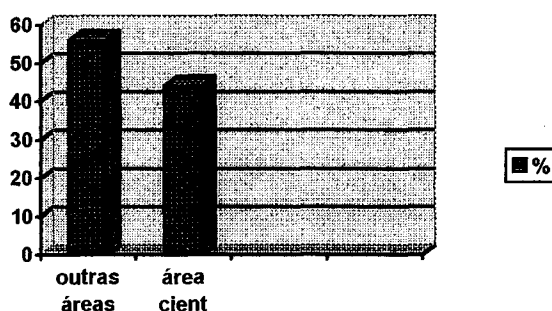
///////	Até 9º ano	Secundário	Curso Superior
Pai	6	2	1
Mãe	5	4	0

Em geral, eram semelhantes as habilitações do pai e da mãe do mesmo aluno. A maioria dos pais possuía escolaridade até ao 9º ano, salientando-se a 4ª classe e o 5º ano. Apenas um pai de uma aluna possuía curso superior. Através dos dados apresentados, podemos de uma forma grosseira, afirmar que os alunos que integram este grupo, estavam praticamente todos inseridos no mesmo meio sociocultural. De referir que estes dados não são concludentes quanto à aprendizagem dos alunos.

2.1.5 – Análise dos dados obtidos através do questionário «Meios de Informação»

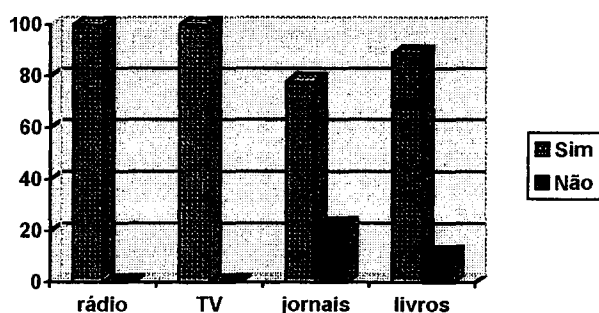
Após a administração do questionário «Meios de Informação» (Anexo 5), foram analisados os dados obtidos e verificou-se que embora fossem alunos do Curso de Prosseguimento de Estudos do Agrupamento de Ciências, nas preferências das áreas disciplinares, apenas 44.0% dos alunos mostravam nítido gosto pelas áreas científicas, os restantes 56.0% distribuíam-se por outras áreas disciplinares. Foram consideradas áreas científicas as disciplinas de: Matemática; Ciências Físico-Químicas; Técnicas Laboratoriais de Física e Ciências da Terra e da Vida.

Gráfico 2 – Preferências dos alunos do primeiro grupo, por áreas disciplinares



Quanto aos tempos livres, os alunos inquiridos distribuíam-no de diversas formas. A questão era aberta, não induzindo o aluno em nenhuma preferência. As respostas foram variadas, tal como se esperava. Da sua análise destacou-se porém, a preferência de todos os alunos por ouvir música e ver TV. As restantes questões eram fechadas e pretendiam averiguar as preferências dos alunos por alguns meios de informação acessíveis à maioria. Assim, forneceu-se uma lista com as seguintes opções: a rádio, a TV, os jornais, os livros não didáticos, o computador e a Internet.

Gráfico 3 – Preferências dos alunos do primeiro grupo, relativamente aos meios de informação



Por análise do gráfico 3 e das respostas ao questionário, concluiu-se que todos os alunos escutavam rádio, nomeadamente música. Todos viam TV e as suas preferências iam para os noticiários, séries e telenovelas (67.0%), estando os restantes divididos pelos documentários científicos (22.0%) e por uma grande variedade de programas nomeadamente “recreativos” (11.0%). Apenas 77.8%, liam jornais na sua grande maioria, desportivos. Os livros não escolares, eram lidos por 88.9% dos alunos, salientando-se a ficção científica e a aventura (Anexo 6).

Quadro 5 – Alunos do primeiro grupo que possuíam em casa computador e Internet

Computador	f	%
Sim	8	88.9
Não	1	11.1
Total	9	100.0

Internet	f	%
Sim	1	11.1
Não	8	88.9
Total	9	100.0

Pela análise do quadro 5, verificou-se que 88.9% dos alunos possuíam um computador em sua casa e destes, 11.1% estavam ligados à Internet. Todos os alunos utilizavam o computador para trabalhos escolares e jogos. Embora existissem na escola computadores disponíveis para os alunos, a maioria deles ligados à Internet, apenas 33.3% dos alunos utilizavam o computador na escola e só 11.1% utilizavam a Internet para pesquisa e “divertimento”.

Pretendeu-se também, verificar qual a influência familiar na escolha dos meios de informação utilizados pelos alunos, para isso, colocaram-se as mesmas questões em relação aos familiares que coabitavam com o aluno.

Os hábitos dos familiares destes alunos, quanto ao uso dos meios de informação, não variavam muito em relação ao que foi descrito anteriormente. Todos ouviam rádio, em particular música e os pais relatos de futebol. Todos os familiares viam TV sem preferências a destacar. A maioria dos familiares lia jornais desportivos e alguns, jornais diários. Quanto à leitura, liam livros não especializados. Em casa, 44.4% dos familiares utilizavam o computador, sobretudo irmãos em idade escolar.

Síntese da Caracterização dos Alunos

Os alunos deste grupo, eram do mesmo nível etário com apenas um ano de diferença entre os mais velhos e os mais novos. Pertenciam a famílias com nível socioeconómico semelhante e com habilitações académicas entre o nível baixo e médio.

Quanto à utilização de meios de informação verificou-se que as preferências dos alunos reflectem as preferências dos familiares directos.

Segundo as classificações escolares, do ano lectivo em que a investigação foi realizada, os alunos deste grupo foram caracterizados como “bons”.

Embora não tenha sido aplicado um questionário de atitudes, pelo facto da investigadora ser professora destes alunos e por ter trabalhado muito de perto com todos eles, podem ainda ser feitas outras considerações, relevantes para a compreensão dos resultados obtidos após o tratamento dos dados adquiridos através dos instrumentos aplicados na investigação. Estes alunos eram inteligentes, assimilavam facilmente o que ouviam, mas na sua maioria eram “preguiçosos”, trabalhavam o mínimo para atingirem os objectivos a que se propunham, nomeadamente a nível de classificações.

2.2 - Leitura e interpretação dos dados obtidos pela entrevista aos alunos.

Da entrevista aos alunos, retiraram-se elementos que permitiram um tratamento de dados adequado aos objectos da administração deste instrumento.

Na entrevista, pediu-se aos alunos entrevistados que definissem os conceitos de **massa** e **peso**. Estes conceitos, foram dados aos alunos sem estarem inseridos em qualquer contexto, tendo apenas em atenção (mas não sendo referido) que os alunos se encontravam na sala de uma aula de C.F.Q. De salientar que não houve da parte dos alunos muita abertura para responderem, pois acharam os conceitos difíceis e limitaram-se praticamente a utilizar sinónimos. Inibiram-se perante os conceitos dados.

Como neste estudo, não se pretendeu avaliar cada aluno individualmente quanto à linguagem, nem quanto aos seus conhecimentos científicos, não foi feita uma análise individual de cada entrevista. As respostas foram analisadas na globalidade e os resultados, não podem ser generalizados. Cada um dos conceitos foi analisado individualmente, tendo em atenção os objectivos pretendidos. Para facilitar a apresentação dos dados obtidos, optou-se por identificar cada uma das respostas da entrevista com uma letra maiúscula e um número: E1...E9. Na maioria das respostas, apenas se apresentou um excerto.

A análise das respostas à questão da entrevista, teve em consideração todos os significados possíveis para cada conceito. Assim, classificámos como contexto científico, os significados que constavam em livros didácticos de Física e em dicionários, assinalados com o significado físico, no caso de massa considerou-se também, o significado utilizado na disciplina de Química pelos motivos já explicados. Como contexto quotidiano considerou-se todos os significados assinalados em dicionários.

À entrevista foram aplicadas as quatro categorias e as respectivas subcategorias criadas para a análise das respostas.

1ª categoria – Palavras utilizadas com maior frequência na definição do conceito.

Pelo facto de o número de entrevistados ser diminuto (9), considerou-se “maior frequência”, a utilização da mesma palavra, pelo menos, por dois alunos.

*Conceito de **massa**.*

A palavra peso foi utilizada quatro vezes (E1, E4, E7 e E9) pelos alunos (44,4%), para definir o conceito de **massa**, e.g., E1 “... é o peso do corpo”.

A palavra matéria para a definição deste conceito, surgiu em duas respostas (E3 e E6) (22,2%), e.g., E3 “... representa uma dada quantidade de matéria de um corpo”.

Na definição deste conceito, não se salientou mais nenhuma palavra que fosse utilizada por mais de um aluno.

*Conceito de **peso**.*

Na definição do conceito de **peso** a palavra força apareceu em três respostas (E2, E7 e E8) (33,3%), e.g., E2 “... é uma força” e numa das respostas, estava associada à palavra gravidade, E7 “Peso, é uma força da gravidade”.

A palavra duro surgiu em duas das respostas (E1 e E5), e.g., E5 “Algo duro que tem que se levantar” e a palavra medida apareceu também em duas respostas (E3 e E4), (22,2%), e.g., E4 “... é uma medida de qualquer coisa”.

2ª categoria – Contextos de inserção dos conceitos.

Após várias leituras das respostas, foram criadas subcategorias que se designaram por letras maiúsculas para facilitar a sua apresentação em quadro.

Subcategoria F – frase confusa, não se conseguindo distinguir o contexto científico do quotidiano;

Subcategoria C – contexto científico;

Subcategoria Q – contexto quotidiano;

Subcategoria D – contexto científico e quotidiano nitidamente identificados numa só resposta.

As respostas foram agrupadas quanto ao número de alunos (f) que responderam a cada uma das subcategorias e a respectiva percentagem (%), aproximada às décimas.

Quadro 6 – Aplicação das subcategorias, à entrevista administrada aos alunos do primeiro grupo

Subcate- gorias	Massa		Peso	
	f	%	f	%
F	0	0.0	2	22.2
C	3	33.3	4	44.4
Q	5	55.6	3	33.3
D	1	11.1	0	0.0
Total	9	100.0	9	99.9

Conceito de massa.

Após a leitura das respostas à questão da entrevista, considerou-se que três das respostas estavam inseridas no contexto científico (E3, E6 e E8).

No contexto quotidiano estavam inseridas cinco respostas (E1, E2, E4, E7 e E9) e destas, apenas três estavam correctas (E1, E7 e E9) e eram iguais: E1 “... é o peso de um corpo”. Das outras duas, uma estava errada: E2 “É algo pesado, é um

sólido”, e a outra não era uma definição mas uma série de sinónimos do conceito de **massa**, E4 “... pode ser espaguete, dinheiro, de automóveis, um objecto pesado”.

Na resposta E5, houve uma tentativa de inserção da palavra em vários contextos, um deles o da Química, porém o conceito não foi definido, foram apenas utilizados sinónimos: E5 “... é feita de farinha e água, ou ser muscular ou ainda da química”.

Para este conceito, houve um maior número de respostas no contexto quotidiano, do que no contexto científico. Podem existir vários motivos para que isto tenha sucedido:

- o aluno não ter referência quanto à contextualização, por isso recorreu ao contexto que lhe era mais familiar;
- o facto de se tratar de uma conversa informal e o aluno não associar o conceito à disciplina;
- o aluno ter dificuldade em libertar-se do primeiro conceito adquirido, que supostamente foi o do quotidiano;
- o aluno ter dificuldade em definir este conceito de **massa** no contexto científico, por não ter tido acesso à definição, já que o programa curricular não o exige.

*Conceito de **peso**.*

Para a inserção deste conceito no contexto científico, existiram quatro tentativas (E2, E3, E7 e E8).

Na definição deste conceito, houve três respostas (E1, E6 e E9) no contexto do quotidiano:

E1 “... é algo duro”, mesmo no contexto quotidiano esta não era uma definição correcta;

E6 “... é uma pessoa gorda...forte...”, esta frase embora não respondesse à questão, estava nitidamente inserida no contexto quotidiano;

E9 “... é o peso de uma pessoa, em quilos”, nesta frase, destacava-se a definição do contexto pela unidade de medida. Em Física a unidade de medida não é o quilo, mas sim, o Newton, além disso o aluno utilizou a palavra peso para definir o conceito de **peso**, o que mostra alguma dificuldade mesmo na definição quotidiana, no entanto, foi considerada correcta.

As respostas E4 e E5, estavam confusas em qualquer contexto: E5 “Algo duro que tem que se levantar”; sendo uma delas desprovida de qualquer significado, E4 “... uma medida de qualquer coisa”.

O número de respostas inseridas no contexto científico, do conceito de **peso**, foi ligeiramente superior ao do conceito de **massa**, mas não significativo. No entanto, notou-se a dificuldade dos alunos perante a palavra *definição*, pois recorreram a exemplos, ou a frases incompletas.

3ª categoria – Utilização de Terminologia Científica.

Ao analisarmos as definições que surgem nos manuais escolares, pudemos seleccionar “alguma terminologia” que não se utiliza habitualmente no dia a dia para definir estes conceitos, mas que é utilizada em Física. Recorreu-se ao manual referenciado atrás, apenas porque provavelmente foi este que os alunos utilizaram no anterior ano escolar. Por este motivo, para a definição de **peso** seleccionou-se a seguinte terminologia científica: força e atração gravítica e para a definição de **massa**: grandeza física; escalar e matéria.

Esta terminologia foi seleccionada, por ser necessário um ponto de partida e com base nela, pretendeu-se verificar se alguma destas palavras constava nas definições dadas pelos alunos. No entanto, esta é uma terminologia tão válida como qualquer outra, por isso também foram pesquisados nas respostas, outros termos científicos utilizados pelos alunos.

De referir que consideraram-se as expressões: atracção gravítica; força gravítica e força da gravidade, como tendo o mesmo significado. Embora não sejam terminologias idênticas, nas respostas dos alunos, têm significados semelhantes.

Quadro 7 – Terminologia científica seleccionada, utilizada nas respostas da entrevista administrada aos alunos do primeiro grupo

Massa			Peso		
Terminologia	f	%	Terminologia	f	%
Grandeza física.	0	0.0	Força.	2	22.2
Escalar.	0	0.0	Atracção/força gravítica	1	11.1
Matéria.	2	22.2	ou força da gravidade.		

Analisando o quadro anterior verificou-se que a expressão grandeza física e a palavra escalar não foram usadas pelos alunos, no entanto, tanto matéria como força foram utilizadas por dois alunos e força da gravidade foi utilizada por um dos alunos.

Nas respostas onde a terminologia foi utilizada, nem sempre a definição estava correcta, por exemplo, para o conceito de **massa**: E6 “... é a matéria de um corpo, em química” e para o conceito de **peso**, E8 “... é a força de um corpo”, o aluno tem a noção que a palavra força é usada na definição do conceito, porém não sabe relacioná-la correctamente com a definição.

Nas respostas à questão desta entrevista, surgiu também a expressão unidade de medida para definir **peso**, que pode ser classificada como terminologia científica.

Esta definição no entanto, não estava correcto: E3 “... é uma unidade de medida de um corpo”.

4ª categoria – Definições com significado científico “correcto”.

As respostas foram consideradas cientificamente correctas, independentemente do uso da terminologia e/ou linguagem científica. De salientar que a correcção das definições não teve como base as definições dos manuais escolares, mas sim as definições convencionais referidas na parte II, cap.1 – 5.1.

Quadro 8 – Definições cientificamente correctas, obtidas através das respostas da entrevista administrada aos alunos do primeiro grupo

Massa		Peso	
f	%	f	%
1	11.1	0	0.0

Nesta categoria, analisaram-se apenas as respostas consideradas inseridas no contexto científico.

*Conceito de **massa***

Das três respostas inseridas no contexto científico, apenas uma das definições dadas pelos alunos (E3) foi considerada correcta, tendo em conta os conhecimentos científicos esperados e a faixa etária dos alunos: E3 “... representa uma dada quantidade de matéria de um corpo”. Esta definição, tal como já se referiu atrás, não está correcta para alguns autores, no entanto, o seu uso é corrente, quer em livros especializados de Química, quer em dicionários.

As outras duas respostas (E6 e E8) tentaram uma definição no contexto científico, porém não estavam correctas: E6 “... é a matéria de um corpo na química”, nesta resposta, o aluno associou massa a matéria e à disciplina de Química, mas não tem um significado completo.

E8: “... é a quantidade de algo que um corpo tem”, nesta segunda definição, está subjacente um contexto científico, porém a palavra “algo”, que se pressupõe referir-se a “matéria”, deixa transparecer uma confusão de pensamento e falta de rigor do aluno o que não permitiu considerar a resposta como correcta. Nestas duas últimas respostas, pode considerar-se que os alunos têm noção que o conceito de **massa** no contexto científico, se relaciona com matéria, porém nota-se muita dificuldade em definir o conceito, porque provavelmente este não foi bem compreendido.

De salientar ainda que o contexto científico que surgiu a estes alunos, foi o da Química. Este facto demonstra que este conceito é explorado na disciplina de Química e pouco explorado na disciplina de Física. A massa inercial e gravítica, possuem um número de conceitos adjacentes que não podem ser leccionados no ensino básico, devido ao nível cognitivo dos alunos, o que dificulta a aprendizagem do conceito.

*Conceito de **peso***

Nas quatro tentativas (E2, E3, E7 e E8), de definição do conceito, no contexto científico, nenhum dos alunos deu uma definição científica correcta.

As definições: E2 “... é uma força”; E8 “... é a força de um corpo”, podiam ter duas interpretações: ou enquadravam-se no contexto científico e os alunos tinham a noção correcta de que **peso** era uma grandeza vectorial (força), mas não completaram as definições; ou enquadravam-se no contexto quotidiano, onde força pode ter o sentido de “pesado”. Para melhor se poderem contextualizar, estas respostas deveriam ter um raciocínio mais completo, através de uma explicação clara e breve.

Na resposta: E3 “Peso é uma unidade de medida de um corpo”, tal como já foi referido, unidade de medida pode ser considerada uma terminologia científica, mas neste caso, não podia ser aplicada à definição.

Na resposta: E7 “Peso, é uma força da gravidade”, houve uma associação correcta entre o **peso** e a força da gravidade, porém o aluno não soube relacioná-los. Reconheceu apenas que na definição de **peso**, aparece a expressão força da gravidade. Este é talvez um dos casos, onde o conceito foi memorizado, posteriormente foi esquecido, mas ficou memorizada a expressão chave.

Em complemento ao que foi descrito, deve-se acrescentar que nestas respostas orais, houve interrogações, dúvidas, silêncios, risos, etc., naturais num diálogo descontraído. Dois alunos em relação ao conceito de **massa** referiram existir vários significados. Alguns alunos antes de iniciarem a definição ou no seu término, disseram «não sei» ou «sei lá». Este complemento pretende reforçar a ideia de que as definições destes conceitos não são fáceis e não surgem sem algumas hesitações.

Síntese dos resultados obtidos na entrevista

*Conceito de **massa**.*

- Em duas das definições deste conceito, surgiu a palavra matéria.
- Três das respostas, estavam inseridas no contexto científico e cinco no contexto quotidiano.
- Uma das respostas foi considerada correcta do ponto de vista científico e três estavam correctas do ponto de vista quotidiano.

*Conceito de **peso**.*

- Em três definições deste conceito surgiu a palavra força e uma delas associada a gravidade e noutras duas respostas foi utilizada a palavra medida.

- Quatro respostas inseriram-se no contexto científico e três no quotidiano.
- Nenhuma das respostas foi considerada correcta no contexto científico e apenas uma, estava correcta no contexto quotidiano.

Pelo que foi descrito, podemos concluir que tanto o conceito de **massa** como o de **peso** não são de fácil compreensão para os alunos, principalmente quando não se contextualiza previamente o conceito. Como os alunos na entrevista, não tiveram um referencial, nem todos foram capazes de definirem os conceitos. A maioria das respostas, denotam uma grande confusão entre o significado científico e o significado quotidiano, havendo por vezes o uso de terminologia científica que por si só, não validou a definição. Isto porque, ou a linguagem científica misturou-se com o significado quotidiano, originando incorrecção na definição e por vezes até falta de sentido, ou porque o aluno memorizou palavras que aplicou em respostas que ficaram sem significado em qualquer dos dois contextos. A recorrência a sinónimos e exemplos, demonstra também a dificuldade sentida pelos alunos, não só em contextualizar como sobretudo em definir os conceitos. Outra forma de verificar esta dificuldade, encontra-se nas respostas muito curtas, onde aparece uma palavra que relaciona o conceito com a sua definição, mas estas respostas, ficam confusas e por vezes sem sentido, provavelmente pela falta de compreensão do significado dos conceitos.

De notar ainda, que existe uma nítida confusão de significados entre **peso** e **massa** pelo facto de no quotidiano estes terem significados distintos do científico, sendo que o significado que primeiro surge aos alunos, é o do quotidiano. A definição de **peso**, confunde-se com a de **massa**, pois a unidade de medida utilizada no dia a dia para **peso** é a mesma que é utilizada para **massa** em Ciência, ou seja, Kg, g, etc. .

2.3 – Leitura e interpretação dos dados obtidos através do questionário «Conceitos»

Através do questionário «Conceitos» (Anexo 8), obtiveram-se dados que permitiram um tratamento adequado aos objectivos previstos com a administração deste instrumento.

Para simplificar a apresentação, foram numeradas com uma letra maiúscula e um número, as questões e respostas deste questionário respectivamente por: Q1....Q9 e R1....R9. As respostas foram apresentadas tal qual os alunos escreveram, apenas foram corrigidos erros ortográficos.

Este questionário possui questões abertas: Q1 e Q4 e fechadas: Q2.1; Q2.2 e Q3, sendo as duas últimas de escolha múltipla. Assim, a abordagem no tratamento dos dados foi obviamente diferente, utilizando-se a análise de conteúdo para as questões abertas e a frequência (f) e percentagem (%), para as fechadas.

2.3.1 – Análise das respostas sobre a definição de massa e peso

Q1 : Definir os seguintes conceitos: massa e peso.

Esta questão era idêntica à colocada na entrevista, o que permitiu a utilização das mesmas categorias e subcategorias com os mesmos objectivos.

1ª categoria – Palavras utilizadas com maior frequência na definição do conceito.

Após uma primeira leitura das respostas à questão Q1, pesquisou-se quais as palavras ou expressões que apareciam com maior frequência. A expressão “maior frequência”, significa tal como na entrevista, a mesma palavra aparecer pelo menos duas vezes, no total das definições.

*Conceito de **massa**.*

Na definição deste conceito, a palavra mais utilizada foi peso (R1, R3, R4 e R5) (44.4%), e.g., R3 “Massa é o peso que cada objecto ou ser vivo tem”.

Em duas das respostas surgiu também a palavra volume (R1 e R8) (22.2%), e.g., R1 “É o que constitui um determinado volume e peso”.

*Conceito de **peso**.*

Na definição deste conceito, salientaram-se as palavras: força (R2, R3, R4, R5, R7, R8 e R9) (77.8%) e gravidade/gravítica/gravitacional (R1, R2, R3, R4, R5, R7, R8 e R9) (88.9%), estando uma destas palavras, associada em algumas respostas, à palavra força, e.g., R3 “É a força que a gravidade exerce sobre um objecto”.

2ª categoria – Contextos de inserção dos conceitos.

Nesta questão, foram definidas as mesmas subcategorias utilizadas na entrevista e designadas também, por letras maiúsculas para facilitar a leitura do quadro que se segue.

Subcategoria F – frase confusa, não se conseguindo distinguir o contexto científico do quotidiano.

Subcategoria C – contexto científico.

Subcategoria Q – contexto quotidiano.

Subcategoria D – contexto científico e quotidiano, nitidamente identificados numa só resposta.

Quadro 9 – Aplicação das subcategorias às respostas dos alunos do primeiro grupo, sobre a definição de massa e peso

Subcate- gorias	Massa		Peso	
	f	%	f	%
F	0	0.0	0	0.0
C	5	55.6	8	88.9
Q	3	33.3	1	11.1
D	1	11.1	0	0.0
Total	9	100.0	9	100.0

*Conceito de **massa***

Pela análise do quadro anterior, verificou-se que na definição do conceito de **massa**, houve cinco respostas no contexto científico (R1, R6, R7, R8 e R9).

Das restantes respostas, três estavam nitidamente inseridas no quotidiano (R3, R4 e R5):

R3 “É o peso que cada objecto tem medido em unidade de peso (Ex.: Kg, g, etc.);

R4 e R5 “É o peso de um objecto”.

Na resposta R2, apareceu uma variedade de contextos: R2 “Tem vários significados; é uma forma que temos de chamar ao dinheiro, no calão (tenho pouca massa = tenho pouco dinheiro); pode ser também a massa dos bolos; é também o número de partículas que constitui um corpo”. Esta resposta demonstrou que este aluno tinha consciência da existência de vários significados para este conceito e todos eles foram considerados correctos.

Para este conceito, houve um maior número de alunos que inseriram o conceito no contexto científico do que no quotidiano, para isso pode ter contribuído:

- a referência ao contexto científico antes de os alunos começarem a responder ao questionário;
- o facto de se tratar de uma actividade escrita, formal e numa sala de aula da disciplina de C.F.Q. que se identifica com as actividades escolares.

*Conceito de **peso***

No conceito de **peso**, o contexto científico foi aplicado oito vezes (R1, R2, R3, R4, R5, R7, R8 e R9).

O contexto quotidiano foi aplicado apenas uma vez: R6 “É o número de g, Kg, toneladas etc. que qualquer objecto tem, se eu pesar 50Kg, significa que o meu corpo tem 50Kg de peso”.

No conceito de **peso** a grande maioria dos alunos inseriu-o no contexto científico. Os possíveis motivos para este facto, serão os mesmos que foram sugeridos anteriormente para o conceito de **massa**.

3ª categoria – Utilização de Terminologia Científica.

Como os conceitos e o manual escolar foram os mesmos que os utilizados na entrevista, usámos o mesmo critério e a mesma terminologia, ou seja, para a definição de **massa**: grandeza física; escalar e matéria e para a definição de **peso**: força e atracção gravítica ou força gravítica ou força da gravidade.

Quadro 10 – Terminologia científica seleccionada, utilizada nas respostas dos alunos do primeiro grupo, sobre a definição de massa e peso

Massa			Peso		
Terminologia	f	%	Terminologia	f	%
Grandeza física.	0	0.0	Força.	2	22.2
Escalar.	0	0.0	Atracção/força gravítica	8	88.8
Matéria.	0	0.0	ou força da gravidade.		

Nas respostas referentes à definição do conceito de **massa**, não apareceu nenhuma da terminologia seleccionada. Porém, surgiu uma resposta com duas definições nos dois contextos, onde aparece a expressão número de partículas (R2), que é utilizada no contexto da Química.

Nas respostas referentes à definição do conceito de **peso**, na grande maioria (R1, R2, R3, R4, R5, R7, R8 e R9) surgiu a terminologia: atracção gravítica ou força da gravidade ou força gravítica. Embora a palavra força esteja associada a gravidade, nalgumas respostas, houve definições onde força aparece separado de atracção gravítica (R3 e R7).

4ª categoria – Definições com significado científico “correcto”.

Nesta categoria, seguiram-se os mesmos critérios utilizados na entrevista, visto tratar-se da mesma questão e dos mesmos conceitos. Por conseguinte, analisaram-se apenas as respostas enquadradas no contexto científico.

Quadro 11 – Definições cientificamente correctas, nas respostas dos alunos do primeiro grupo, sobre a definição de massa e peso

Massa		Peso	
f	%	f	%
2	22.2	7	77,8

*Conceito de **massa***

Das cinco respostas, inseridas no contexto científico, apenas uma delas estava correcta: R6 “É a quantidade de matéria de um corpo, é expressa em Kg”. As restantes, não estavam correctas por diversos motivos.

Na resposta, R1 “É o que constitui um determinado volume e peso”, pode considerar-se que o aluno fez uma tentativa para definir o conceito no contexto científico recorrendo a termos científicos, tal como: volume e peso. No entanto, quando se relaciona **massa** com **peso** não se compreende se o aluno refere-se ao contexto quotidiano. Nesta resposta, houve confusão da parte do aluno.

Na resposta, R7 “Por exemplo, quando alguém diz que pesa 50Kg refere-se à sua massa corporal e não ao peso exercido pela gravidade”, o aluno não definiu **massa** apenas tentou diferenciar **peso** e **massa**, a ideia não estava incorrecta, mas não formulou uma definição.

Na resposta, R8 “É o volume do nosso corpo sem a atracção da gravidade”, também este aluno tentou definir **massa** através de peso e aceleração da gravidade, porém não conseguiu, existia apenas a noção, de que **massa** não estaria relacionada com a atracção da gravidade.

Na última resposta, R9 “É do que é constituído os corpos”, o aluno tinha a ideia da definição científica leccionada em Química, mas não a soube concretizar.

A segunda definição científica considerada correcta correspondeu a parte da resposta R2 que continha a definição nos contextos, científico e quotidiano: R2 “... é também o número de partículas que constitui um corpo”.

*Conceito de **peso***

Das oito respostas inseridas no contexto científico, sete foram consideradas correctas do ponto de vista científico (R1, R2, R3, R4, R5, R7 e R9):

R1 “É a atracção gravítica da Terra sobre um corpo”;

R2 “É a força gravitacional exercida pela Terra num certo corpo. Quanto mais altitude o corpo estiver, menor é o seu peso, pois a distância ao centro da Terra é maior. Vem expressa em Newton”;

R3 “É a força que a gravidade exerce sobre um objecto”;

R4 “É a força de gravidade que a Terra exerce sobre os objectos”;

R5 “É a força da gravidade exercida sobre um meio físico”;

R7 “É a força que a gravidade exerce nos corpos que estão na Terra”;

R9 “É a atracção da força da gravidade sobre um corpo”.

A resposta R8, embora esteja no contexto científico não estava correcta: R8 “É o elemento com certa força gravítica”, o aluno utilizou uma terminologia científica mas construiu uma frase sem sentido.

Síntese dos resultados obtidos sobre a definição de massa e peso

*Conceito de **massa**.*

- Em quatro das respostas dos alunos, apareceu a palavra peso e em duas respostas, apareceu a palavra volume.
- Cinco das respostas estavam inseridas no contexto científico e três no quotidiano, havendo uma delas definida nos dois contextos considerados.

- Duas das definições do conceito de massa, estavam correctas sob o ponto de vista científico e quatro do ponto de vista quotidiano.

*Conceito de **peso**.*

- Em oito das respostas surgiram as palavras força e gravidade.
- Oito das respostas inseriram-se no contexto científico e uma no quotidiano.
- Sete das respostas estavam correctas cientificamente e uma estava correcta no quotidiano.

Podemos concluir que, o conceito de **massa**, parece ter sido um conceito de difícil aprendizagem em C.F.Q. Embora antes da realização deste questionário, a investigadora tenha recordado a existência de vários significados para os conceitos, no conceito de **massa** a confusão foi grande. As definições foram consideradas incorrectas, quer pela falta de contextualização, quer pela falta de sentido, sobretudo quando o aluno tentou inserir o significado do conceito, no contexto científico.

O elevado número de alunos que recorreu ao conceito científico na definição de **peso** pode ter sido resultado da chamada de atenção para este contexto antes da administração do questionário, porém o mesmo não aconteceu com o conceito de **massa**. Nas respostas correctas na definição do conceito de **peso**, a terminologia científica validou a definição, pois os alunos souberam utilizá-la.

Também aqui, tal como já se tinha verificado na entrevista, há uma confusão de significados entre os conceitos de **massa** e de **peso** e novamente motivado pelos distintos significados que as palavras têm no contexto científico e quotidiano.

Comparação dos resultados obtidos nas expressões oral e escrita

A questão Q1 colocada aos alunos no questionário «Conceitos», era idêntica à questão colocada na entrevista, por isso recorreu-se ao mesmo tipo de análise

efectuada às respostas da entrevista. Assim, podemos comparar e verificar se houve alguma diferença nos resultados obtidos nos dois instrumentos, tendo em consideração que:

- um dos instrumentos de recolha de dados utilizou a expressão oral e o outro, a expressão escrita;
- antes da administração do questionário foi recordado aos alunos que os conceitos possuíam significados diferentes no contexto científico e quotidiano.

Na entrevista não foi utilizado este procedimento.

Quadro 12 – Comparação das palavras utilizadas com maior frequência na definição dos conceitos, pelos alunos do primeiro grupo, na expressão oral e escrita

Conceito	Expressão Oral			Expressão Escrita		
	Palavra	%	Respostas	Palavra	%	Respostas
Massa	Peso	44.4	E1, E4, E7, E9.	Peso	44.4	R1, R3, R4, R5.
	Matéria	22.2	E3, E6.	Volume	22.2	R1, R8.
Peso	Força	33.3	E2, E7, E8.	Força	77.8	R2, R3, R4, R5, R7, R8, R9.
	Duro	22.2	E1, E5.			
	Medida	22.2	E3, E4.	Gravidade/ Gravítica/ Gravitacional	88.9	R1, R2, R3, R4, R5, R7, R8, R9.

No conceito de **massa**, tanto na expressão oral como na escrita, o mesmo número de alunos utilizou a palavra peso indicando uma definição deste conceito nitidamente no contexto quotidiano. Quanto ao uso da palavra matéria, apenas

apareceu na expressão oral e inseriu o conceito numa definição científica. As respostas onde apareceu a palavra volume, também estavam inseridas no contexto científico, mas apenas foi utilizada na expressão escrita.

No conceito de **peso**, tanto na expressão oral como na escrita, surgiu a palavra força indicando uma intenção de definição científica deste conceito. Na expressão escrita, apareceram também respostas onde a palavra força está associada a gravidade. Na expressão oral, foram utilizadas palavras como, duro e medida, que inseriram o conceito no contexto quotidiano.

Quadro 13 – Comparação da aplicação das subcategorias, pelos alunos do primeiro grupo, na expressão oral e escrita

Subcategorias	Expressão Oral		Expressão Escrita	
	Massa (%)	Peso (%)	Massa (%)	Peso (%)
F	0.0	22.2	0.0	0.0
C	33.3	44.4	55.6	88.9
Q	55.6	33.3	33.3	11.1
V	11.1	0.0	11.1	0.0

O conceito de **massa**, foi definido num contexto quotidiano em 55.6% na expressão oral e em 33.3% na expressão escrita. O mesmo conceito, foi inserido 33.3% na expressão oral e 55.6% na expressão escrita no contexto científico. O uso de dois contextos em simultâneo, surgiu igualmente nas duas expressões, para o conceito de **massa**.

O conceito de **peso** na expressão escrita foi definido pela maioria dos alunos, no contexto científico 88.9%, o que não aconteceu na expressão oral, onde as

definições neste contexto foram de 44.4%. Na expressão escrita, o número de alunos que inserem a definição no contexto quotidiano foi de 11.1%, enquanto que na expressão oral foi de 33.3%. Para a definição deste conceito na expressão oral, 22.2% das respostas estavam confusas, não se conseguindo distinguir, quer o contexto científico, quer o sentido da resposta.

Os resultados desta análise, pressupõem uma maior dificuldade de inserção espontânea do conceito de **massa**, do que o conceito de **peso**, no contexto científico. De salientar ainda a diferença entre a expressão oral e a escrita, ou seja, na expressão escrita para qualquer dos conceitos houve mais respostas inseridas no contexto científico do que no quotidiano.

Quadro 14 – Comparação da utilização da terminologia científica seleccionada, pelos alunos do primeiro grupo, na expressão oral e escrita

Conceito	Terminologia	Expressão Oral		Expressão Escrita	
		%	Resposta	%	Resposta
Massa	Grandeza física	0.0	-----	0.0	-----
	Escalar	0.0	-----	0.0	-----
	Matéria	22.2	E3, E6.	0.0	-----
Peso	Força	22.2	E2, E8.	22.2	R3, R7.
	Atracção ou força gravítica, ou da gravidade ou gravidade	11.1	E7.	88.9	R1, R2, R3, R4 R5, R7, R8, R9.

A terminologia científica: grandeza física e escalar não foi a utilizada pelos alunos para definirem o conceito de **massa** em qualquer das expressões, escrita ou oral. Matéria, foi utilizada duas vezes na expressão oral e nenhuma na expressão

escrita. A terminologia grandeza física e escalar, embora defina ou possa definir o conceito de **massa**, são palavras com significados de nível de abstracção, provavelmente maior do que a palavra matéria, há também a considerar que matéria é uma palavra utilizada no dia a dia, ao contrário das outras duas.

Para o conceito de **peso** a terminologia considerada foi distribuída do seguinte modo: força foi uma palavra utilizada individualmente, duas vezes na expressão escrita e oral, atração gravítica, gravidade, força da gravidade ou força gravítica, foi utilizada uma vez na expressão oral e oito vezes na expressão escrita. Embora esta terminologia seja considerada científica está vulgarizada, quer na sua utilização em disciplinas científicas, quer no quotidiano.

Força e atração gravítica, é uma terminologia utilizada para a definição de **peso** sobretudo na disciplina de Física. Entre a expressão oral e a escrita, existe uma grande diferença no número de vezes que esta terminologia foi utilizada na definição deste conceito.

Na expressão oral onde o significado científico não foi recordado, o aparecimento da palavra força foi espontâneo na definição de **peso**. Na expressão escrita, por sua vez, é relevante o número de alunos que tentam definir o conceito de **peso**, com significado científico. Talvez não só por ter havido uma referência a este significado na escrita, mas também porque a concentração do aluno é maior na expressão escrita do que na oral e ainda porque a escrita, o questionário e o acto de responder a questões por escrito, pressupõem um contexto escolar e talvez até inconscientemente de avaliação. Ainda também, porque a terminologia utilizada na definição do conceito de **massa**, terá provavelmente um nível de abstracção maior do que a utilizada para definir o conceito de **peso**.

O quadro seguinte foi elaborado numa tentativa de verificar se os conceitos científicos **massa** e **peso**, fazem parte do conhecimento científico dos alunos.

Quadro 15 – Comparação das definições científicas correctas utilizadas, pelos alunos do primeiro grupo, na expressão oral e escrita

Conceito	Expressão oral (%)	Expressão escrita (%)
Massa	11.1	22.2
Peso	0.0	77.8

Por observação do quadro 15, podemos concluir que os resultados obtidos na expressão oral são elucidativos, ou seja, os alunos não definiram correctamente os conceitos de **massa** e de **peso**, do ponto de vista científico, porém, temos que considerar que este contexto não foi solicitado e a informalidade da entrevista, também poderá ter contribuído para este facto.

Quanto à expressão escrita, observa-se uma grande diferença não só relativamente à expressão oral, mas sobretudo, entre a definição dos dois conceitos.

As respostas na expressão escrita denotavam a preocupação de uma ideia mais elaborada, independentemente da correcção, da sintaxe ou da semântica. Desta análise, pode ainda inferir-se que o uso da terminologia considerada científica não implica directamente uma definição correcta do conceito. Um conceito pode não ser totalmente memorizado pelos alunos, mas memorizada a terminologia cuja utilização nas definições, não valida a sua correcção.

Numa análise global, podemos afirmar que existiram dificuldades na construção das definições dos conceitos, pois ou estão demasiado simplificadas ou muito desenvolvidas definindo não só o conceito, como indicando também a unidade em que este é expresso e a ligação a outros conceitos.

De referir que os resultados obtidos nas expressões oral e escrita, confirmam a análise feita na caracterização deste grupo de alunos, nomeadamente, quando se afirma que estes alunos eram “bons” mas “preguiçosos” e levavam muito pouco a

sério o estudo, possuindo capacidades de memorização e compreensão dos temas que estudavam na escola. A entrevista foi encarada por estes alunos muito informalmente e o questionário, já foi respondido com muito mais atenção e responsabilidade.

2.3.2 – Análise das respostas sobre o conhecimento anterior dos alunos acerca de massa e peso

Esta era uma questão fechada, sendo a primeira, Q2.1, de uma única escolha de resposta e a segunda Q2.2, de escolha múltipla, não havendo limite para o número de escolhas da resposta.

Q2.1: Quando na escola foram leccionados os conceitos massa e peso, já os conhecias do teu dia a dia? Sim ou Não?

Como estes conceitos são utilizados correntemente no dia a dia, é provável que a maioria dos alunos quando os estudam na escola já os conheçam.

Quadro 16 – Aprendizagem dos conceitos fora da sala de aula, pelos alunos do primeiro grupo

Resposta	f	%
Sim	9	100.0
Não	0	0.0
Total	9	100.0

Por análise do quadro anterior, pode-se concluir que todos os alunos conheciam os conceitos antes de os ouvirem na sala de aula, o que significa que

estes conceitos científicos foram todos eles construídos sobre um conhecimento quotidiano, provavelmente de significado diferente do científico.

Q2.2: Se a resposta à questão anterior, foi Sim, assinalar onde os aprendeste. Podes assinalar mais do que uma opção: na TV, na rádio, em casa, na escola (sala de aula), nos jornais, nos livros escolares, nos livros não escolares.

Na listagem fornecida aos alunos, aparece a opção “na escola (sala de aula)”, apenas para certificar a convicção com que os alunos tinham respondido à questão anterior. Com esta questão pretendeu-se saber onde os alunos tinham primeiro aprendido os conceitos de **massa** e de **peso**, ou seja, além da escola e em casa, que seriam os locais de aprendizagem mais prováveis, qual ou quais dos meios de informação listados, mais teriam influenciado o aluno na aquisição do conhecimento destes conceitos.

Quadro 17 – Opções escolhidas pelos alunos do primeiro grupo

Aluno	Opções escolhidas pelos alunos
Bruno	Casa, TV, jornal.
Carlos	Casa, TV, livros escolares, sala de aula.
Neuza	Casa, TV, rádio, sala de aula, jornais, livros escolares.
Ricardo	Casa, TV, sala de aula.
Sandra	Casa, TV, sala de aula.
Rosa	Casa, TV, livros escolares.
Sara	Casa, TV, rádio, jornal.
Sérgio	Casa, sala de aula.
Tiago	TV, sala de aula.

Todos os alunos referiram mais do que uma opção como fonte de aprendizagem. No quadro seguinte, estão descritas por ordem decrescente as opções escolhidas e serão provavelmente as que mais influenciaram a aprendizagem dos alunos fora da escola.

Quadro 18 – Opções dos alunos do primeiro grupo, colocadas por ordem decrescente

Opções	n.º de alunos
Casa	8
TV	8
Sala de aula	6
Livros escolares	3
Jornais	3
Rádio	2
Livros não escolares	0

As opções seleccionadas foram diversas, porém salienta-se em casa e a TV, como as fontes de aprendizagem mais indicadas pelos alunos. Apesar de todos os alunos afirmarem anteriormente que já conheciam os conceitos quando estes foram leccionados na escola, seis alunos referem a sala de aula como o local de primeira aprendizagem, provavelmente referiam-se à aprendizagem científica e formal. Quanto aos livros não escolares, não foram indicados por nenhum dos alunos como fonte de aprendizagem.

2.3.3 – Análise das respostas sobre o conhecimento dos alunos acerca dos diferentes significados de massa e peso

Q3: Qual(is) dos conceitos massa e peso, pensas terem significados diferentes no dia a dia e em Física?

Esta questão teve como objectivo, averiguar a consciência de cada aluno, quanto aos diferentes significados que estes conceitos podem ter em contextos diferentes e se os alunos conseguiam aperceber-se de que, quando estudam um conceito escolar ele pode já existir no seu vocabulário, mas com outro significado.

Quadro 19 – Respostas dos alunos do primeiro grupo, quanto à diferença de significados dos conceitos no quotidiano e em Física

Aluno	Conceitos com significados diferentes
Bruno	massa, peso.
Carlos	massa.
Neuza	massa.
Ricardo	massa, peso.
Sandra	massa, peso.
Rosa	massa.
Sara	peso.
Sérgio	massa.
Tiago	massa, peso.

Embora alguns alunos tenham referido em simultâneo os dois conceitos, num dos conceitos a consciência da diferença de significados é maior, como se pode verificar no quadro seguinte.

Quadro 20 – Conceitos que os alunos do primeiro grupo, pensam ter significados diferentes nos contextos científico e quotidiano

Conceito	n.º de alunos
Massa	8
Peso	5

Quase todos os alunos estão de acordo que o conceito de **massa** tem significados diferentes nos contextos quotidiano e científico, já quanto ao conceito de **peso**, apenas cinco alunos pensam ter significados diferentes.

2.3.4 – Análise das respostas sobre a construção de frases com os conceitos de massa e peso

Q4: Tenta escrever quando possível, duas frases com significados diferentes para cada um dos conceitos, massa e peso. Uma das frases terá um significado em Física e a outra frase para a mesma palavra, terá um significado diferente no dia a dia.

Não foi objectivo desta questão verificar se os alunos conseguiam ou não expressar-se correctamente sob o ponto de vista da sintaxe e da semântica. Apenas se pretendeu verificar se os alunos conseguiam inserir cada um dos conceitos no contexto quotidiano e científico, usando ou não terminologia científica.

Ao contrário da questão Q1, na questão Q4, os alunos podem não saber definir o conceito, mas podem saber utilizá-lo na linguagem quotidiana e científica. Além disso, a construção de frases é menos limitativa no significado e na terminologia do que as definições, pois a terminologia pode ser memorizada e não compreendida.

Para a apreciação das frases escritas no contexto científico, considerou-se como terminologia científica as seguintes palavras ou expressões utilizadas pelos alunos:

Quadro 21 – Terminologia científica utilizada pelos alunos do primeiro grupo, na construção das frases

Peso	Massa
.N (Newton)	.Kg (quilo)
.Força gravítica	.Não varia com a altitude
.Varia com a altitude	
.Grandeza física	

Todos os alunos conseguiram inserir os conceitos em frases do quotidiano e todas as frases eram providas de significado, independentemente da correcção na sintaxe.

Quanto à construção das frases no contexto científico, nem todos os alunos o conseguiam, como se pode verificar pelo quadro 22.

Quadro 22 – Frases inseridas pelos alunos do primeiro grupo, nos contextos quotidiano e científico

Conceitos	Contexto Quotidiano		Contexto Científico	
	f	%	f	%
Peso	9	100.0	7	77.8
Massa	9	100.0	7	77.8

As frases escritas pelos alunos foram identificadas com uma letra maiúscula e um número da seguinte forma: F1...F9, para poderem facilmente serem referenciadas.

Apenas foram analisadas as frases escritas no contexto científico já que, nem todas faziam sentido e nem todos os alunos conseguiram escrever frases inseridas neste contexto. As frases foram transcritas tal qual os alunos as escreveram, apenas se corrigiram os erros ortográficos.

*Conceito de **massa***

A análise das frases construídas com o conceito de **massa**, revelou que alguns alunos para contextualizarem o conceito, recorreram à unidade Kg (F1, F2 e F3):

F1 “Um corpo tem de massa X Kg”;

F2 “A massa dessa mesa é de 12Kg”;

F3 “A tua massa corporal corresponde a 30Kg”.

Outros alunos aplicaram o termo altitude:

F6 “A massa não depende da altitude e vem expressa em Kg”;

F9 “A massa de um corpo não varia com a altitude”.

A frase F5, “Vou calcular a massa de oxigénio”, é uma frase de contexto científico na globalidade, a terminologia científica que se salienta, tanto pode ser a palavra calcular como a palavra oxigénio, embora já sejam palavras vulgarizadas no nosso dia a dia.

Quanto às frases F4 e F7, não estavam inseridas no contexto científico:

F4 “A massa de um corpo é diferente de outro”;

F7 “Dois corpos iguais têm a mesma massa”.

A frase F8, estava inserida no contexto científico, porém a frase não está completamente correcta por demasiada simplificação e falta de rigor por parte do

aluno, F8 “Lavoisier fez a lei da massa”, o aluno queria referir-se à lei da conservação da massa ou lei de Lavoisier.

*Conceito de **peso***

Da análise das frases escritas em contexto científico, para este conceito, verificou-se que quatro alunos utilizaram a unidade do conceito, ou seja, Newton, N, (F1, F4, F8 e F9):

F1 “O peso exercido sobre aquele objecto é de 8N”;

F4 “O peso da Joana é de 10N”;

F9 “Eu peso 70N”;

F8 “O peso é uma grandeza física, expressa em N”.

Na última frase, além da unidade também foi utilizada a expressão grandeza física, terminologia científica usada em Física.

Um dos alunos utilizou a expressão força gravítica: F3 “O peso é a força gravítica sobre o corpo X”, embora nesta frase, o uso da expressão corpo X, possa também ser considerada como terminologia científica, considerando-se X um corpo qualquer.

Noutra frase, apareceu a expressão varia com a altitude: F7 “O peso varia com a altitude. Na serra da Estrela, um corpo pesa menos que em Lisboa”.

A frase seguinte, não está totalmente correcta, pois a palavra menor pressupõe um termo de comparação que aqui não aparece (menor do que....), F6 “O meu peso na lua é menor”, o aluno não completou a frase, embora se pressuponha estar implícito a referência à Terra. A frase está inserida no contexto científico e foi considerada correcta.

As restantes frases, F2 e F5, não estavam no contexto solicitado. F2 “O corpo tem peso X”, embora aqui aparecesse a letra X, não foi suficiente para inserir esta frase no contexto científico, todavia, se o aluno tivesse escrito a unidade (Newton ou quilo), definiria o contexto em que se pretendia situar, por exemplo:

“... tem peso x Kg”. A outra frase F5, “O autocarro é mais pesado do que o carro”, não está formulada no contexto científico.

Quadro 23 – Frases correctas nos contextos quotidiano e científico, construídas pelos alunos do primeiro grupo

Conceito	Contexto Quotidiano		Contexto Científico	
	f	%	f	%
Massa	9	100.0	6	66.7
Peso	9	100.0	7	77.8

Síntese do estudo dos conceitos massa e peso.

Seguidamente, apresenta-se a análise e interpretação de todos os resultados do tratamento dos dados obtidos através dos diversos instrumentos utilizados no estudo dos conceitos **massa** e **peso**, realizado com o primeiro grupo de alunos.

No quadro seguinte estão representadas as expressões oral e escrita provenientes da entrevista e do questionário.

Quadro 24 – Definições dos conceitos de massa e peso, utilizadas pelos alunos do primeiro grupo, nas expressões oral e escrita

Contexto	Expressão oral				Expressão escrita			
	massa		peso		massa		peso	
	total	correcta	total	correcta	total	correcta	total	correcta
Científico	3	1	4	0	5	2	8	7
Quotidiano	5	3	3	1	3	4	1	1
Total	8	4	7	1	8	6	9	8

Analisando o quadro anterior, verificou-se que os alunos definiram o conceito de **massa** mais vezes no contexto quotidiano do que o conceito de **peso**. A predominância nesta escolha poderá ser devida à diversidade de significados do conceito de **massa** muito utilizados na linguagem quotidiana.

Na expressão oral, foi maior a dificuldade em contextualizar e definir correctamente os conceitos, do que na expressão escrita. A diferença de resultados nestas duas expressões poderá ser originado por:

- na oralidade os alunos estavam mais à vontade, o ambiente era descontraído, as respostas foram muito sintéticas e surgiam rápidas e espontaneamente, sem pensarem muito tempo;
- na escrita, os alunos concentraram-se, tentaram ser correctos, não tiveram preocupação em responder rapidamente e pensaram antes de responder às questões.

Outra ilação que se pode retirar dos resultados obtidos, é que estes conceitos foram primeiro aprendidos fora do contexto escolar, visto serem do domínio comum, indicando os alunos como fontes de aprendizagem “em casa” e “na TV”.

Isto reforça a ideia da grande importância que actualmente os meios de informação, mesmo os mais tradicionais, têm na aprendizagem dos alunos.

Através dos resultados obtidos pode-se concluir que a maioria dos alunos reconhece que o conceito de **massa** tem significados diferentes no contexto científico e quotidiano, no entanto, para o conceito de **peso** essa diferença já não é reconhecida pela maioria dos alunos.

No conceito de **massa**, quando os alunos foram solicitados a construir frases no contexto científico, verificou-se que a maioria não recorreu à linguagem científica. Estas frases foram contextualizadas pelo sentido que lhe deram e não pela terminologia científica. Por conseguinte, podemos afirmar que no conceito de **massa**, os alunos tiveram dificuldade na sua definição científica, mas conseguiram construir frases com significado em Ciência. De onde podemos concluir que:

- o conceito de **massa** foi superficialmente aprendido, até porque, alguns alunos identificam-no pela unidade de medida;
- a terminologia científica é dispensável para a aprendizagem superficial do conceito;
- a terminologia científica é importante para a construção do conhecimento dos alunos, pois as dificuldades surgiram na definição do conceito visto este requerer terminologia específica.

No conceito de **peso**, os alunos já recorreram à terminologia científica, tanto na construção de frases como na sua definição. Podemos assim concluir que:

- o conceito de **peso** foi aprendido com a recorrência à terminologia científica;
- o conhecimento científico deste conceito foi construído de modo menos superficial do que o conceito de **massa**, o que se pode verificar pelas definições e pela construção das frases onde a terminologia científica é frequentemente aplicada.

3 – Estudo dos Conceitos: Calor e Temperatura.

Os conceitos, **calor** e **temperatura** foram trabalhados pelo segundo grupo de alunos e os dados obtidos, tiveram o mesmo tratamento dos dados obtidos com o primeiro grupo, seguindo-se obviamente as teorias já referenciadas.

3.1 – Caracterização dos alunos do segundo grupo

Os alunos foram caracterizados pela idade, sexo, sucesso escolar e contextos socioeconómico e sociocultural. Nos quadros seguintes, foram representadas as frequências (f), que representam o número de elementos que se pretendem identificar e a respectiva percentagem (%), aproximada às décimas.

3.1.1 – Nível etário dos alunos

Para visualizar melhor esta caracterização, recorreu-se ao quadro seguinte.

Quadro 25 – Distribuição por sexo e idade dos alunos do segundo grupo

Sexo	f	%
Masculino	4	44.4
Feminino	5	55.6
Total	9	100.0

Idade	f	%
15 anos	2	22.2
16 anos	7	77.8
Total	9	100.0

Neste grupo à semelhança do grupo anterior, os alunos tinham idades compreendidas entre os 15 e 16 anos, faixa etária perfeitamente aceitável para a frequência deste ano escolar.

3.1.2 – Nível de sucesso escolar dos alunos

Os dados do quadro seguinte, foram obtidos através das pautas de avaliação final dos 1º e 2º períodos (1ºP e 2ºP) do ano lectivo em que se realizou a investigação. Também aqui, foram escolhidas as disciplinas de C.F.Q. , T.L.F, e Port., pelos mesmos motivos referidos anteriormente (Anexo 2).

Quadro 26 – Classificações dos alunos do segundo grupo

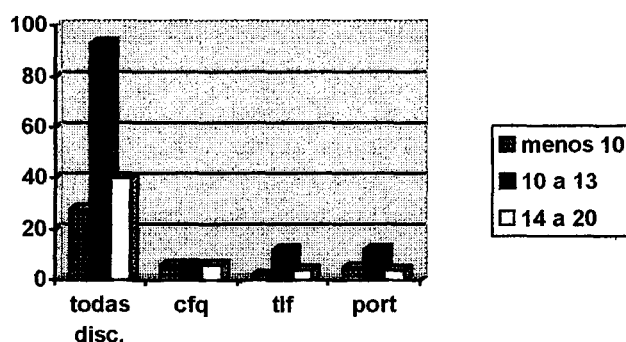
Valores	C.F.Q.		T.L.F.		Port.	
	1ºP	2ºP	1ºP	2ºP	1ºP	2ºP
< 10	3	3	0	2	2	3
10 – 13	3	3	7	5	6	6
14 – 17	3	3	2	2	1	0

Por observação das classificações, verificou-se que nas três disciplinas referidas, três alunos tiveram classificações inferiores a 10 valores. Ainda por observação da pauta de avaliação final dos dois primeiros períodos lectivos, onde constavam todas as disciplinas curriculares do ano escolar que os alunos frequentavam, verificou-se que cinco dos alunos possuíam classificações inferiores a 10 valores e destes apenas um possuía apenas uma classificação inferior a 10 valores, o que não permitiu caracterizar os alunos deste grupo como “bons”. De salientar que apenas um aluno, às disciplinas designadas por “Ciências Exactas”:

Matemática; Ciências Fisico-Químicas; Ciências da Terra e da Vida e Técnicas Laboratoriais de Física, as classificações situavam-se sempre entre os 16 e 18 valores, o mesmo não acontecendo às outras disciplinas.

No gráfico seguinte foram, representadas as classificações dos alunos em todas as disciplinas e nas disciplinas de C.F.Q., T.L.F. e Port. de modo a se obter uma perspectiva global do sucesso escolar dos alunos. As classificações englobam os 1º e 2º períodos.

Gráfico 4 – Síntese das classificações dos alunos do segundo grupo, em todas as disciplinas



Nenhum dos alunos participantes neste estudo, tinha reprovações em anos anteriores, nem no 10º ano de escolaridade.

3.1.3 – Contexto socioeconómico dos alunos

Para a verificação do contexto socioeconómico o procedimento foi idêntico ao aplicado ao grupo anterior (Anexo 4), obtendo-se os resultados descritos no quadro seguinte.

Quadro 27 – Sectores de Actividade Económica onde os pais dos alunos do segundo grupo, desempenham a sua profissão

////////	Primário	Secundário	Terciário	Doméstica
Pai	1	2	6	----
Mãe	0	1	6	2

Analisando o quadro anterior, verificou-se que apenas duas mães não trabalhavam fora de casa e da totalidade dos pais, a grande maioria trabalhava no sector terciário, podendo-se concluir que todos os alunos tinham um meio socioeconómico semelhante.

3.1.4 – Contexto sociocultural dos alunos

No contexto sociocultural, o procedimento foi idêntico ao realizado com o grupo anterior (Anexo 4), resultando o quadro que se segue.

Quadro 28 – Habilitações académicas dos pais dos alunos do segundo grupo

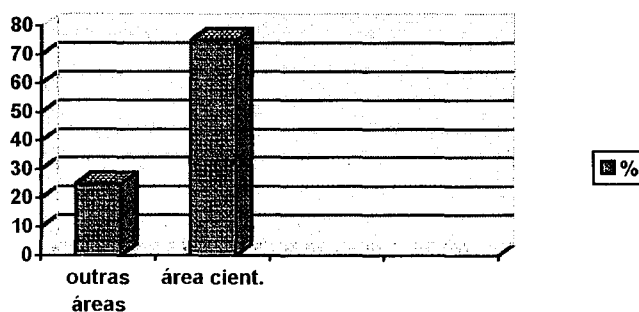
////////	até 9º ano	secundário	superior
Pai	5	4	0
Mãe	5	4	0

Quanto às habilitações académicas dos pais dos alunos, cerca de metade dos pais possuíam escolaridade até ao 9º ano e os restantes o ensino secundário, completo ou incompleto. Não havia neste grupo de pais, uma relação tão directa como no grupo anterior, entre as habilitações do pai e da mãe do mesmo aluno. Com base nestes dados e de modo muito superficial, podemos afirmar que todos os alunos tinham um meio sociocultural semelhante, não se podendo no entanto, tirar conclusões directas da sua influência na aprendizagem dos alunos.

3.1.5 – Análise dos dados obtidos através do questionário «Meios de Informação»

Depois de administrado o questionário «Meios de Informação» (Anexo 5), foram analisados os dados obtidos e verificou-se que nas preferências das áreas disciplinares, 75.0% dos alunos mostravam nítido gosto pelas áreas científicas e 25.0%, distribuíam o seu gosto por outras áreas disciplinares. Consideraram-se áreas disciplinares científicas, as disciplinas de Matemática, Ciências Físico-Químicas, Técnicas Laboratoriais de Física e Ciências da Terra e da Vida.

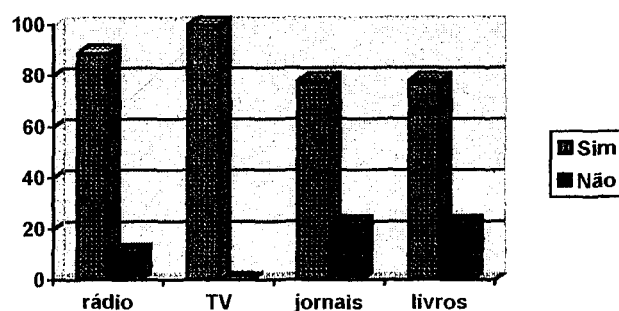
Gráfico 5 – Preferências dos alunos do segundo grupo, por áreas disciplinares



Quanto aos tempos livres, estes alunos repartiam-no por diversas actividades. Como esta era uma questão aberta, não induzindo portanto o aluno em nenhuma preferência, as respostas obtidas foram variadas, salientando-se no entanto, a TV, o computador, a Internet e a leitura.

As restantes questões do questionário eram fechadas e continham uma lista com alguns meios de informação: rádio, TV, jornais, livros não didácticos, computador e Internet, pretendendo-se verificar as preferências dos alunos por estes meios informativos.

Gráfico 6 – Preferências dos alunos do segundo grupo, relativamente aos meios de informação



Da análise do gráfico anterior e do Anexo 7, pode concluir-se que a maioria dos alunos (88.9%) ouviam rádio nomeadamente música. Todos viam TV e as suas preferências iam para os noticiários (34.0%), estando os restantes divididos equitativamente entre os documentários (33.0%) e uma grande variedade de programas nomeadamente “recreativos” (33.0%). Apenas 77.8% liam jornais, na sua grande maioria desportivos. A mesma percentagem, (77.8%) liam livros não escolares e destes salientava-se a ficção científica.

Quadro 29 – Alunos do segundo grupo que possuíam em casa computador e Internet

Computador	f	%
Sim	9	100.0
Não	0	0.0
Total	9	100.0

Internet	f	%
Sim	2	22.2
Não	7	77.8
Total	9	100.0

Como se pode observar no quadro 29, todos os alunos tinham um computador em casa e destes, 22.2% estavam ligados à Internet. Todos os alunos utilizavam o computador para trabalhos escolares e jogos e, apenas 44.0% dos alunos, utilizavam os computadores da escola. Quanto à Internet, tanto em casa como na escola, só 22.0% dos alunos a utilizava para pesquisa de trabalhos escolares ou “outros”.

Quanto aos hábitos dos familiares destes alunos, relativamente aos meios de informação referidos, não variavam muito em relação ao que foi descrito para os alunos. Todos ouviam rádio, em particular música, todos viam TV sem preferências a destacar. A maioria lia jornais desportivos e livros não especializados. Além do aluno, em casa, 44,0% dos familiares utilizavam o computador sendo a maioria, irmãos em idade escolar. Apenas um dos inquiridos refere que todos em casa utilizavam o computador.

Síntese da Caracterização dos Alunos

Os alunos deste grupo tinham um nível etário muito semelhante, havendo apenas um ano de diferença entre eles. As famílias dos alunos tinham um nível socioeconómico muito semelhante e o grau de habilitações académicas variava entre o nível baixo e o médio.

As preferências pela utilização dos meios de informação são semelhantes entre os alunos e os familiares. Quanto ao sucesso escolar do ano em que decorreu o estudo, os alunos deste grupo não foram caracterizados como “bons”.

Não foi aplicado nenhum teste de atitudes a este grupo de alunos, porém, tal como para o grupo anterior, parece ser relevante algumas considerações para a compreensão de alguns resultados obtidos neste estudo. Estes alunos demonstravam algumas dificuldades na compreensão dos temas que estudavam, porém eram muito dedicados, encaravam todas as tarefas propostas de modo muito sério e responsável e estudavam muito, mas nem sempre com o sucesso escolar correspondente. Estas considerações puderam ser feitas, pois a investigadora foi professora destes alunos.

3.2 – Leitura e interpretação dos dados obtidos pela entrevista aos alunos.

Nesta entrevista, à semelhança do que aconteceu com o primeiro grupo, pediu-se aos alunos que definissem os conceitos de **calor** e de **temperatura**. Não foi solicitado nenhum contexto específico, ficando os alunos com liberdade de escolha. Da parte dos alunos, houve entusiasmo na participação nesta actividade e esforçaram-se o melhor possível, para definirem os conceitos dados.

As respostas às entrevistas foram analisadas globalmente, não havendo posteriormente generalizações dos resultados. Cada um dos conceitos foi analisado individualmente, tendo em atenção os objectivos que se pretendiam atingir.

Os conceitos referidos tinham significados diferentes no dia-a-dia e no contexto científico, nomeadamente na disciplina de Física.

Na análise das respostas desta entrevista, consideraram-se todos os significados possíveis de cada uma das palavras. Optou-se, tal como no estudo do grupo anterior, por identificar cada uma das respostas da entrevista com uma letra maiúscula e um número E1...E9 e foram apresentados apenas excertos das respostas.

O procedimento utilizado para analisar os dados obtidos com este grupo de alunos, foi idêntico ao utilizado com o grupo anterior. Assim, para a análise da entrevista usaram-se as mesmas quatro categorias e os mesmos critérios.

1ª categoria – Palavras utilizadas com maior frequência na definição do conceito.

Tal como no estudo do grupo anterior, considerou-se “maior frequência” o uso da mesma palavra, pelo menos, por dois alunos.

*Conceito de **calor**.*

A maioria dos alunos definiu o conceito de **calor** com a palavra energia e a expressão fonte de energia, (E3, E5, E6, E7 e E9) (55,6%), e.g.: E5 “... é uma fonte de energia, indispensável à vida”.

*Conceito de **temperatura**.*

Para o conceito de **temperatura**, a palavra calor (E2, E5, E6, E8 e E9) (55,6%), foi a mais utilizada, e.g.: E9 “A temperatura serve para medir o calor”.

Também surgiu por duas vezes a expressão grandeza física (E1 e E4) (22,2%), e.g.: E4 “... é uma grandeza física que pode classificar cada corpo com a

sua determinada temperatura”, e a palavra frio (E1 e E8) (22,2%), e.g.: E8 “... forma de medir o calor e o frio”.

2ª categoria – Contextos de inserção dos conceitos.

Seguidamente analisaram-se as respostas quanto ao contexto em que foram inseridas, classificando-os em contexto quotidiano e científico, utilizando-se as mesmas subcategorias que foram aplicadas no estudo do primeiro grupo.

Subcategoria F – frase confusa, não se conseguindo distinguir o contexto científico do quotidiano.

Subcategoria C – contexto científico.

Subcategoria Q – contexto quotidiano.

Subcategoria D – contexto científico e quotidiano nitidamente identificados numa só resposta.

Quadro 30 – Aplicação das subcategorias, à entrevista administrada aos alunos do segundo grupo

Subcate- gorias	Calor		Temperatura	
	f	%	f	%
F	0	0.0	1	11.1
C	5	55.6	3	33.3
Q	4	44.4	5	55.6
D	0	0.0	0	0.0
Total	9	100.0	9	100.0

*Conceito de **calor***

O conceito de **calor** no contexto científico, apareceu cinco vezes (E3, E5, E7, E8 e E9).

No contexto quotidiano, surgiram quatro respostas (E1, E2, E4 e E6), em que E1, E2 e E4, foram consideradas correctas:

E1 “Calor é a temperatura que é sentida por um determinado corpo”;

E2 “É o que nos aquece...”;

E4 “... é a temperatura elevada”.

Quanto à resposta E6, não foi considerada correcta: E6 “Calor é uma fonte de energia avaliada por temperatura”, não se compreende muito bem o que o aluno quer dizer com “avaliada por temperatura”.

Para este conceito, houve um maior número de alunos que o inseriu no contexto científico do que no quotidiano, independentemente da correcção das definições. O uso da palavra energia e sobretudo da expressão fonte de energia contribuiu para este resultado, porém deve-se salientar que:

- os alunos não tinham referência para a contextualização;
- o significado deste conceito na linguagem quotidiana e científica confundem-se;
- a definição deste conceito é difícil, dada a sua abstracção.

*Conceito de **temperatura***

Alguns dos alunos tentaram inserir o conceito de **temperatura**, no contexto científico (E1, E4 e E7). Considerou-se que a aplicação da expressão grandeza física e energia situavam este conceito, neste contexto.

O contexto quotidiano, foi o mais utilizado pelos alunos (E2, E3, E6, E8 e E9). Em E2 “É a medida que avalia o calor” e E6 “Medida com que se mede o calor”, os alunos tentaram definir **temperatura**, embora nenhuma estivesse completamente correcta, porque definem o conceito como uma “medida”.

A resposta, E3 “... cada corpo tem a sua temperatura”, não era uma definição, era uma afirmação.

A resposta E8 “... forma de saber se está calor ou frio” não estava correcta e E9 “... a temperatura serve para medir o calor”, foi considerada correcta no contexto do quotidiano.

Na resposta E5 “É uma unidade ... que mede o calor produzido por um corpo”, esta resposta estava confusa, a frase na globalidade não fazia sentido, não é a unidade que mede, o que mede são os instrumentos, e a temperatura não é uma unidade, mas uma grandeza física.

Em qualquer dos contextos os alunos demonstraram ter dificuldades na definição. Estas dificuldades podem ter sido motivadas por:

- na linguagem quotidiana, haver associação dos conceitos, **calor e temperatura**;
- existir diferença de significados nos contextos, científico e quotidiano;
- a definição científica requerer terminologia científica abstracta;
- o conceito no quotidiano ser muitas vezes usado de forma deturpada (como por exemplo: uma medida);
- estes alunos não terem tido acesso à definição de **temperatura**, já que o programa curricular não o exige.

3ª categoria – Utilização da Terminologia Científica.

Nesta categoria, analisámos as respostas tendo em consideração as definições de **calor e temperatura** que surgem em particular, no manual escolar de Física adoptado nesta escola. Desta análise, seleccionou-se para o conceito **calor** a terminologia: energia transferida e sistemas e para o conceito **temperatura**: energia cinética e partículas. Tal como, no estudo do 1º grupo, esta terminologia foi

escolhida como base, no entanto, foram também considerados outros termos científicos utilizados pelos alunos.

Quadro 31 – Terminologia científica seleccionada, utilizada nas respostas da entrevista administrada aos alunos do segundo grupo

Calor			Temperatura		
Terminologia	f	%	Terminologia	f	%
Energia transferida	5	55.6	Energia cinética	0	0.0
Sistemas	0	0.0	Partículas	0	0.0

Pela análise do quadro anterior, verificou-se que a terminologia seleccionada, não foi utilizada pela maioria dos alunos, à excepção de cinco definições do conceito de **calor**, onde aparece a palavra energia embora nenhuma delas associada à palavra transferida (E3, E5, E6, E7 e E9), e.g.: E3 “Calor é a energia libertada por um corpo”.

Na definição do conceito de **temperatura**, não foi usada nenhuma da terminologia científica referida porém, a expressão grandeza física (E1 e E4) e unidade (E5) consideradas terminologia científica, foram utilizadas por alguns alunos. Por exemplo: E1 “... é uma grandeza física, medida por °C que se pode ver o corpo mais quente ou mais frio e o estado físico do Planeta” e E5 “É uma unidade ... que mede o calor produzido por um corpo”. Nesta resposta, foi utilizado o verbo medir que de algum modo tentou inserir o conceito de **temperatura** no contexto científico.

4ª categoria – Definições com significado científico “correcto”.

Apenas foram analisadas as respostas inseridas no contexto científico e foram classificadas como “correctas” do ponto de vista científico, independentemente de ter sido utilizada ou não, terminologia científica. De salientar que esta classificação não teve como suporte as definições que constam nos manuais escolares, mas as definições convencionais referidas na parte II, cap.1 – 5.1.

Quadro 32 – Definições cientificamente correctas, obtidas através das respostas da entrevista administrada aos alunos do segundo grupo

Calor		Temperatura	
f	%	f	%
1	11.1	1	11.1

Embora tenham existido várias tentativas, para definir os conceitos de **calor** e **temperatura**, do ponto de vista científico, apenas uma das respostas estava correcta em cada um dos conceitos.

Conceito de calor

Em cinco das respostas, houve a tentativa de inserir o conceito **calor** no contexto científico, mas apenas uma das definições foi considerada correcta tendo em consideração os prováveis conhecimentos científicos e faixa etária dos alunos: E3 “Calor é a energia libertada por um corpo”. Esta definição não estava completamente correcta, porém o aluno demonstrou que tinha a noção que calor é uma forma de energia que transita entre corpos.

As restantes respostas estavam incorrectas. Na resposta E5, “... é uma fonte de energia indispensável à vida”, esta definição “quase” se insere no contexto quotidiano, pela sua vulgaridade, embora aplique a expressão científica, fonte de energia. Outra das respostas incorrectas, foi E7 “... é uma fonte de energia, pode ser produzida por um corpo em movimento ou parada. Não é só emitida por corpos”. O facto de nestas duas respostas, ter sido utilizada a expressão fonte de energia não foi suficiente para validar a definição. Primeiro, porque nenhuma delas era uma definição, segundo, porque **calor** não é uma fonte de energia. Por último a resposta: E8 “... calor é uma radiação que se manifesta de várias formas e permite acelerar uma reacção”, também não estava correcta. O termo radiação, não foi correctamente utilizado. A radiação pode ser interpretada como uma emissão de calor. Porém, este aluno deveria pelo menos, ter a noção de radiação, como sendo um dos processos de transferência de energia, sob a forma de calor.

A resposta, E9 “Calor é uma fonte de energia, quando os corpos entram em ebulição”, esta resposta não formula uma definição, nem faz sentido.

*Conceito de **temperatura***

Das três respostas inseridas no contexto científico, só uma delas foi considerada correcta: E7 “Serve como modo de saber a energia que o corpo tem ...”, não se tratava propriamente de uma definição, no entanto, o aluno tinha a noção, ao contrário dos restantes, que a **temperatura** é uma forma de “medir” a quantidade de energia. Deveria no entanto, ter completado a frase para se poder considerar uma definição.

As restantes respostas não estavam correctas:

E1 “... é a grandeza física medida por °C que se pode ver o corpo mais quente ou mais frio ... e o estado físico do Planeta”;

E4 “... é uma grandeza física que pode classificar cada corpo com a sua determinada temperatura”.

O facto de estas duas definições referenciarem que **temperatura** é uma grandeza física, o que está correcto, não foi suficiente para que os alunos conseguissem estruturar correctamente a definição deste conceito.

Tal como foi referido na análise das respostas da entrevista feita ao primeiro grupo de alunos, foram apresentados excertos das respostas da entrevista do segundo grupo de alunos, pois durante a entrevista houve interrogações, algum diálogo com a entrevistadora, silêncios, risos, etc., circunstâncias naturais de uma conversa informal. Alguns alunos fizeram referência aos conceitos serem difíceis de definir e o maior problema foi mesmo a palavra definição, pois é mais fácil exemplificar ou referir uma aplicação do conceito.

Síntese dos resultados obtidos na entrevista

*Conceito de **Calor***

- A palavra energia e a expressão fonte de energia surgiram em cinco definições.
- Cinco das respostas encontravam-se no contexto científico e quatro das respostas, no quotidiano.
- Uma das respostas estava correcta do ponto de vista científico e três estavam correctas do ponto de vista quotidiano.

*Conceito de **Temperatura***

- Cinco respostas continham a palavra calor, duas a expressão grandeza física e outras duas a palavra frio.
- Três das respostas encontravam-se no contexto científico e cinco no quotidiano.
- Uma das respostas estava correcta do ponto de vista científico e uma das definições estava correcta no quotidiano.

Pode-se concluir que as dificuldades foram muitas na definição destes conceitos, o uso de terminologia científica não foi suficiente para a definição

correcta dos conceitos, no contexto científico. As definições destes conceitos são difíceis tanto no quotidiano como no científico, pois os conceitos confundem-se e relacionam-se pela sua ligação, **calor** depende da **temperatura** e esta está associada a **calor** na linguagem quotidiana. Mesmo no quotidiano, estas definições não são fáceis para os alunos. Em Ciência para definir estes conceitos, recorre-se a uma terminologia científica com um alto nível de abstracção, por exemplo: energia cinética e energia transferida. Estes são termos que os alunos rapidamente esquecem se não os tiverem compreendido.

3.3 – Leitura e interpretação dos dados obtidos através do questionário «Conceitos»

No questionário «Conceitos» (Anexo 9), usou-se a mesma nomenclatura que foi utilizada na análise das respostas do questionário «Conceitos» do primeiro grupo de alunos, ou seja, letras maiúsculas e números, sendo as questões identificadas por Q1...Q9 e as respostas por R1...R9. As respostas foram apresentadas tal como os alunos as escreveram, apenas se corrigiram os erros ortográficos.

As questões do questionário deste grupo, são iguais às do primeiro grupo, apenas houve alteração nos conceitos.

3.3.1 – Análise das respostas sobre a definição de calor e temperatura

Q1 : Definir os seguintes conceitos: calor e temperatura.

O procedimento no tratamento dos dados desta questão e o critério utilizado, foram idênticos aos aplicados no questionário do primeiro grupo. Assim, utilizaram-se as mesmas quatro categorias.

1ª categoria – Palavras utilizadas com maior frequência na definição do conceito.

Depois da leitura das respostas a esta questão, tentou-se identificar as palavras ou expressões que apareciam com maior frequência na definição de cada um dos conceitos, ou seja, a mesma palavra aparecer pelo menos duas vezes, no total das definições.

*Conceito de **calor***

Na grande maioria das respostas, a palavra temperatura foi referida como base da definição (R1, R2, R3, R5, R6 e R9), e.g.: R1 “É o aumento de temperatura de um corpo” e em duas definições aparece a palavra energia (R7 e R8), e.g.: R7 “É a quantidade de energia que os corpos possuem”.

*Conceito de **temperatura***

Na definição deste conceito, aparece com alguma frequência a palavra calor (R2, R7, R8 e R9), e.g.: R7 “É o calor ou frio que os corpos têm”, porém, a própria palavra temperatura foi usada para esta definição por alguns alunos (R2, R3, R4 e R6), e.g.: R3 “É uma unidade que serve para medir temperatura negativa, média ou elevada”.

A definição deste conceito é difícil para os alunos, pois como se pode verificar, para muitos alunos **temperatura** é uma unidade de medida.

2ª categoria – Contextos de inserção dos conceitos.

As subcategorias foram idênticas às utilizadas no estudo do primeiro grupo e foram identificadas pelas mesmas letras.

Subcategoria F – frase confusa, não se conseguindo distinguir o contexto científico do quotidiano.

Subcategoria C – contexto científico.

Subcategoria Q – contexto quotidiano.

Subcategoria D – contexto científico e quotidiano nitidamente identificados numa só resposta.

Quadro 33 – Aplicação das subcategorias às respostas dos alunos do segundo grupo, sobre a definição de calor e temperatura

Subcate- gorias	Calor		Temperatura	
	f	%	f	%
F	0	0.0	0	0.0
C	3	33.3	4	44.4
Q	6	66.7	5	55.6
D	0	0.0	0	0.0
Total	9	100.0	9	100.0

As respostas obtidas, foram analisadas procurando identificar o contexto em que cada um dos conceitos tinha sido inserido.

*Conceito de **calor***

No contexto científico estavam inseridas três respostas (R6, R7 e R8), o uso do termo energia e a tentativa de definir calor através de um cálculo foram os critérios que permitiram classificar estas definições.

A maioria das definições de **calor** (R1, R2, R3, R4, R5 e R9), estavam inseridas no contexto quotidiano:

R1 “É o aumento de temperatura de um corpo”;

R2 “É o conjunto de raios que nós sentimos quando a temperatura está elevada, ou quando nos sentimos embaraçados ou envergonhados com qualquer coisa que

tenhamos dito ou feito e ficamos encarnados, ou seja, coramos (pelo menos comigo acontece); também quando alguém desmaia, antes de o ter feito sente calor (é o sangue a subir à cabeça)”;

R4 “São raios emitidos pelo Sol”;

R5 “Existe quando aumenta a temperatura de um corpo”, estas quatro respostas foram consideradas correctas no contexto quotidiano.

As outras duas respostas (R3 e R9), não foram consideradas correctas, neste contexto:

R3 “É a temperatura de um determinado meio ou objecto”;

R9 “É a forma de medir a temperatura de um corpo”.

No conceito de **calor**, houve um maior número de alunos que escolheu o contexto quotidiano, embora nem todas as respostas estivessem correctas, para isso deve ter contribuído:

- a dificuldade em definir este conceito em Ciência;
- a diferença de significados no contexto quotidiano e científico;
- o facto deste conceito ser muito utilizado no dia a dia e nem sempre de forma correcta;
- a confusão que existe entre os dois conceitos, **calor** e **temperatura**, na linguagem quotidiana.

*Conceito de **temperatura***

No conceito de **temperatura**, quatro das respostas estavam inseridas no contexto científico (R3, R4, R6 e R9), pelo facto de os alunos terem utilizado as palavras unidade e medida.

As restantes cinco respostas, estavam inseridas num contexto quotidiano (R1, R2, R5, R7 e R8):

R1 “É um grau negativo ou positivo, que é visto num termómetro”;

R2 “É o modo como calculamos a subida ou decréscimo do calor; calculamos a temperatura através de um termómetro quando estamos com febre, isto é, medimos a temperatura do nosso corpo (o normal é 37°C) a temperatura vem em graus”;

R5 “É o conjunto de graus medidos num termómetro”;

R7 “É o calor ou frio que os corpos têm”, estas respostas foram consideradas correctas para este contexto, embora R2 fosse um pouco confusa.

A resposta R8, não deixa de ser interessante, por utilizar uma metáfora espontânea, “É a régua do calor”, o aluno utilizou a palavra régua, “como forma de medir”. Embora não estivesse correcta, o contexto considerado foi o quotidiano.

Os conceitos que os alunos tinham não eram os mais correctos, mesmo tendo em atenção a faixa etária dos alunos e o grau de dificuldade que estes conceitos possam Ter, por serem muito utilizados no dia a dia com vários significados.

3ª categoria – Utilização da Terminologia Científica.

Em seguida, foi feita a análise da terminologia científica utilizada pelos alunos. O manual escolar, os conceitos e a terminologia foram os mesmos que foram utilizados para a entrevista. Recorde-se que para **calor** a terminologia foi: energia transferida e sistema e para **temperatura**: energia cinética e partículas.

Quadro 34 – Terminologia científica seleccionada, utilizada nas respostas dos alunos do segundo grupo, sobre a definição de calor e temperatura

Calor			Temperatura		
Terminologia	f	%	Terminologia	f	%
Energia transferida	2	22.2	Energia cinética	0	0.0
Sistemas	0	0.0	Partícula	0	0.0

A terminologia energia apareceu na definição de **calor**, mas não associada a transferida e apenas duas respostas usaram esta terminologia (R7 e R8), e.g.: R8 “É a quantidade de energia que uma fonte liberta”.

Para **temperatura** nenhuma da terminologia indicada apareceu nas definições. No entanto, mesmo não fazendo parte da terminologia seleccionada, os alunos utilizaram as palavras medida, unidade e a expressão equilíbrio térmico, numa tentativa de utilizar uma terminologia que é usada em Física (R3, R4, R6 e R9).

4ª categoria – Definições com significado científico “correcto”.

As respostas foram consideradas correctas do o ponto de vista científico, independentemente de ser utilizada ou não, terminologia e/ou linguagem científica. Os critérios para a classificação “correcto” foram idênticos aos utilizados na entrevista.

Quadro 35 – Definições cientificamente correctas, nas respostas dos alunos do segundo grupo, sobre a definição de calor e temperatura

Calor		Temperatura	
f	%	f	%
1	11.1	0	0.0

*Conceito de **calor***

Das três respostas consideradas inseridas no contexto científico, duas estavam incorrectas. A outra resposta R8, “Quantidade de energia que uma fonte liberta”, foi considerada correcta, embora esta definição não esteja completamente

correcta, no entanto, o aluno demonstrou que tinha a noção de que **calor** é uma quantidade de energia que “transita” entre corpos.

Na resposta R6, “É calculado através da massa do corpo e da variação da sua temperatura, logo vem expressa em $g/^{\circ}C$ ”, realça-se a dificuldade na definição. Este aluno poderia ter formulado a definição recorrendo a uma equação matemática. Neste caso a definição não estava correcta, pois o que o aluno tentou, foi definir o cálculo da quantidade de energia.

Na resposta R7, “É a quantidade de energia que os corpos possuem”, o aluno tinha noção de que **calor** era uma quantidade de energia, porém não tinha a noção de que a energia sob forma de calor transfere-se entre corpos.

*Conceito de **temperatura***

Quatro das respostas estavam inseridas no contexto científico, no entanto, nenhuma delas foi considerada correcta.

As respostas seguintes, definiam **temperatura** como unidade, medida ou escala de medida e embora possam ser considerados termos científicos, não podem ser aplicados na definição de **temperatura**: R3 “É a unidade que serve para medir temperaturas negativas, médias ou elevadas”; R4 “É uma medida que nos permite saber a temperatura em graus de um meio”; R9 “É uma escala de medida que permite avaliar a natureza do calor em várias escalas, $^{\circ}C$, $^{\circ}F$ e K ”.

Na resposta R6, “Vem $^{\circ}C$ e a temperatura média dum corpo é calculada pela temperatura final menos a inicial. Ajuda a calcular o equilíbrio térmico, que é a temperatura a que dois corpos atingem o equilíbrio”, houve uma mistura de definições e conceitos. Inicialmente, o aluno indicou uma das unidades em que se pode medir **temperatura**, depois designou incorrectamente variação de temperatura, por temperatura média e tentou relacioná-la como sendo uma variável auxiliar para o cálculo do equilíbrio térmico. Logo a seguir, define equilíbrio

térmico como uma temperatura. Este aluno não conseguiu definir **temperatura**, misturou outros conceitos, e relacionou-os com **temperatura**.

Síntese dos resultados obtidos sobre a definição de calor e temperatura

*Conceito de **calor***

- Em seis respostas surgiu a palavra temperatura como sendo a mais frequente e em duas resposta a palavra energia.
- No contexto científico inseriram-se três respostas e no quotidiano seis respostas.
- Uma resposta estava correcta do ponto de vista científico e quatro do ponto de vista quotidiano.

*Conceito de **temperatura***

- Em quatro respostas apareceu com maior frequência a palavra calor e noutras quatro a palavra temperatura.
- Foram inseridas quatro respostas no contexto científico e cinco no quotidiano.
- Nenhuma resposta estava correcta do ponto de vista científico e três estavam correctas do ponto de vista quotidiano.

Podemos concluir que a dificuldade em definir estes conceitos, é motivada sobretudo pelo seu uso no quotidiano ser nitidamente diferente do científico. Mesmo no quotidiano, estes significados interligam-se, **calor** tem a ver com sensação de temperatura elevada e **temperatura** tem a ver com o grau de calor ou frio, ou seja, os dois conceitos “misturam-se” na linguagem quotidiana. Estes são os primeiros significados que os alunos aprendem sobre estes conceitos. Mesmo assim, não é fácil defini-los, pois por exemplo **temperatura**, por vezes substitui a unidade de medida. Por analogia com o quotidiano, quando tentam definir os conceitos em Ciência interligam-nos também. De salientar que se a linguagem científica não for compreendida pode dificultar a aprendizagem. Por exemplo a

terminologia utilizada na definição destes conceitos: energia transferida, energia cinética das partículas possuem um nível de abstracção elevado para estes alunos. Estes conceitos, tornam-se assim difíceis na linguagem científica, pela abstracção que requerem.

Comparação dos resultados obtidos nas expressões oral e escrita.

Com os mesmos objectivos do estudo realizado com o primeiro grupo de alunos, recorreu-se a uma comparação entre a expressão oral e escrita.

Quadro 36 – Comparação das palavras utilizadas com maior frequência na definição dos conceitos, pelos alunos do segundo grupo, na expressão oral e escrita

Conceito	Expressão Oral			Expressão Escrita		
	Palavra	%	Resposta	Palavra	%	Resposta
Calor	Energia/Fonte de energia	55.6	E3, E5, E6, E7, E9.	Temperatura	66.7	R1, R2, R3, R5, R6, R9.
				Energia	22.2	R7, R8.
Temperatura	Grandeza física.	22.2	E1, E4.	Calor.	44.4	R2, R7, R8, R9.
	Calor.	55.6	E2, E5, E6, E8, E9.	Temperatura	44.4	R2, R3, R4, R6.
	Frio.	22.2	E1, E8.			

No conceito de **calor**, tanto na expressão oral como na escrita, alguns alunos utilizaram a palavra energia mostrando uma tentativa de definição científica do

conceito. A mesma análise aplica-se para a expressão fonte de energia que foi utilizada apenas na expressão oral. Na expressão escrita, o uso da palavra temperatura inseriu o conceito numa definição quotidiana.

No conceito de **temperatura**, tanto na expressão oral como na escrita, surge a palavra calor indicando uma definição nitidamente quotidiana deste conceito. Na expressão oral, aparece também a palavra grandeza física inserindo neste caso, a definição no contexto científico e na expressão escrita algumas definições são construídas com a própria palavra do conceito, ou seja, temperatura.

Os conceitos de **calor** e **temperatura** têm provavelmente um nível de abstracção elevado para o nível cognitivo dos alunos, tanto no contexto científico como no quotidiano, pois são difíceis de definir, o que se comprova pelas incorrecções que os alunos apresentaram nos dois contextos.

Quadro 37 – Comparação da aplicação das subcategorias, pelos alunos do segundo grupo, na expressão oral e escrita

Subcate gorias	Expressão Oral		Expressão Escrita	
	Calor (%)	Temperatura (%)	Calor (%)	Temperatura (%)
F	0.0	11.1	0.0	0.0
C	55.6	33.3	33.3	44.4
Q	44.4	55.6	66.7	55.6
V	0.0	0.0	0.0	0.0

O conceito de **calor** foi inserido no contexto científico mais vezes (55.6%) na expressão oral do que escrita (33.3%). Acontecendo rigorosamente o contrário no contexto quotidiano: 44.4% na oral e 66.7% na escrita.

Quanto ao conceito de **temperatura**, surgiu em igual percentagem (55.6%) no contexto quotidiano, quer na expressão oral, quer na escrita. No contexto científico, embora sem grande significado, surgiu mais vezes na expressão escrita (44.4%) do que na oral (33.3%).

Quadro 38 – Comparação da utilização da terminologia científica seleccionada, pelos alunos do segundo grupo, na expressão oral e escrita

Conceito	Terminologia	Expressão Oral		Expressão Escrita	
		%	Resposta	%	Resposta
Calor	Energia transferida	55.6	E3, E5, E6, E7, E9.	22.2	R7, R8.
	Sistemas	0.0	-----	0.0	-----
Temperatura	Energia cinética	0.0	-----	0.0	-----
	Partículas	0.0	-----	0.0	-----

Na expressão oral, a terminologia energia para o conceito de **calor** foi mais utilizada do que na expressão escrita, não sendo porém associada a transferida. Das restantes palavras seleccionadas como terminologia científica, nenhuma foi usada na definição dos conceitos em qualquer das expressões, oral e escrita. De referir ainda que na expressão oral e para o conceito de **temperatura**, foi utilizada a expressão grandeza física que foi considerada como terminologia científica. Na expressão escrita e para o mesmo conceito, alguns alunos utilizaram as palavras medida, unidade e a expressão equilíbrio térmico, todas elas consideradas terminologia científica.

No conceito de **temperatura**, os alunos aplicaram mais termos científicos do que no conceito de **calor**, embora não fossem os seleccionados.

Quadro 39 – Comparação das definições científicas correctas utilizadas, pelos alunos do segundo grupo, na expressão oral e escrita

Conceito	Expressão oral (%)	Expressão escrita (%)
Calor	11.1	11.1
Temperatura	11.1	0.0

Tendo como objectivo verificar se os conceitos **calor** e **temperatura**, integram os conhecimentos científicos dos alunos, construiu-se e analisou-se o quadro anterior. Os resultados são esclarecedores quanto às dificuldades dos alunos perante estes conceitos. Tanto na expressão oral, como na escrita, as respostas mostravam preocupação em tentar definir os conceitos usando um raciocínio completo, terminologia científica e a não recorrência a sinónimos.

Na expressão oral, é relevante o número de alunos que tentam enquadrar o conceito de **calor**, no contexto científico, considerando que energia e fonte de energia são termos científicos.

O conceito de **temperatura** parece ser difícil de definir seja qual for o contexto. Este conceito é considerado pelos alunos como uma unidade de medida o que não está correcto, mas isto talvez se deva ao facto de **temperatura** na linguagem quotidiana ser um conceito intuitivo, por vezes erradamente aplicado.

3.3.2 – Análise das respostas sobre o conhecimento anterior dos alunos acerca de calor e temperatura

Esta questão era do tipo fechada, sendo Q2.1 de escolha de uma única resposta entre duas e Q2.2 de escolha múltipla.

Q2.1: Quando na escola foram leccionados estes conceitos, já os conhecias do teu dia a dia? Sim ou não?

O objectivo desta questão, era verificar se os alunos conheciam os conceitos antes de serem referidos na sala de aula.

Quadro 40 – Aprendizagem dos conceitos fora da sala de aula, pelos alunos do segundo grupo

Resposta	f	%
Sim	9	100.0
Não	0	0.0
Total	9	100.0

Observando o quadro anterior, verificou-se que todos os alunos conheciam os conceitos antes de eles terem sido leccionadas nas aulas de C.F.Q., ou seja, os conceitos científicos foram aprendidos, após a sua aprendizagem num contexto diferente do escolar.

Q2.2: Se a resposta à questão anterior, foi Sim, assinalar onde os aprendeste. Podes assinalar mais do que uma opção: na TV, na rádio, em casa, na escola (sala de aula), nos jornais, nos livros escolares, nos livros não escolares.

Esta questão tinha como objectivo saber onde os alunos tinham aprendido os conceitos de **calor** e **temperatura**. Para isso foi fornecida uma lista com várias opções, não sendo limitado o número de escolha.

Quadro 41 – Opções escolhidas pelos alunos do segundo grupo

Aluno	Opções escolhidas pelos alunos
Inês	Casa, TV, rádio, jornal.
Iolanda	Casa, TV.
João	Casa, TV, sala de aula.
Lurdes	Casa, sala de aula.
Sónia	Casa, TV, sala de aula, livros escolares.
Marcos	Casa, sala de aula.
Maria	Casa, TV, sala de aula.
Marisa	Casa, TV, sala de aula, livros escolares.
Rui	TV, sala de aula, jornal.

Todos os alunos referiram mais do que uma opção. O quadro seguinte, visualiza as opções escolhidas por ordem decrescente, sendo estas as que provavelmente mais influenciaram a sua aprendizagem dos alunos fora da sala de aula.

Quadro 42 – Opções dos alunos do segundo grupo, colocadas por ordem decrescente

Opções	n.º de alunos
Casa	8
TV	7
Sala de aula	7
Livros escolares	2
Jornais	2
Rádio	1
Livros não escolares	0

As fontes de aprendizagem foram diversas, porém em casa, a TV e a sala de aula, foram as mais referidas pelos alunos. De salientar que embora inicialmente todos os alunos tenham afirmado que aprenderam primeiro os conceitos, fora da escola, a maioria deles refere a escola, nomeadamente a sala de aula, como o local de primeira aprendizagem. Provavelmente referem-se à aprendizagem científica e formal.

3.3.3 – Análise das respostas sobre o conhecimento dos alunos acerca dos diferentes significados de calor e temperatura

Q3: Qual(is) dos conceitos calor e temperatura, pensas terem significados diferentes no dia a dia e em Física?

Com esta questão pretendeu-se saber se os alunos tinham conhecimento da diferença de significados dos dois conceitos, na linguagem quotidiana e científica.

Quadro 43 – Respostas dos alunos do segundo grupo, quanto à diferença de significados dos conceitos no quotidiano e em Física

Aluno	Conceitos escolhidos
Inês	calor.
Iolanda	calor, temperatura.
João	NENHUM
Lurdes	NENHUM
Sónia	temperatura.
Marcos	calor.
Maria	NENHUM
Marisa	NENHUM
Rui	NENHUM

Cinco dos alunos, julgam não haver diferença de significados nas duas linguagens para estes dois conceitos.

Quadro 44 – Conceitos que os alunos do segundo grupo, pensam ter significados diferentes nos contextos científico e quotidiano

Conceito	n.º de alunos
Calor	3
Temperatura	2

Para a maioria destes alunos, os conceitos **calor** e **temperatura**, não possuem significados diferentes nos dois contextos. Apenas três dos alunos,

pensam que o conceito de **calor** é diferente em Física e no quotidiano e apenas dois, pensam que **temperatura** tem significado diferente nestes dois contextos.

3.3.4 – Análise das respostas sobre a construção de frases com os conceitos: calor e temperatura

Q4: Tenta escrever quando possível, duas frases com significados diferentes para cada um dos conceitos, calor e temperatura. Uma das frases terá um significado em Física e a outra frase para a mesma palavra, terá um significado diferente no dia a dia.

Os critérios utilizados para analisar as respostas desta questão, foram idênticos aos utilizados na questão Q4 do questionário aplicado ao primeiro grupo de alunos.

Para a apreciação do contexto científico, considerou-se como terminologia científica as seguintes palavras ou expressões indicadas no quadro 45.

Quadro 45 – Terminologia científica utilizada pelos alunos do segundo grupo, na construção das frases

Calor	Temperatura
Energia	Energia
Temperatura/Massa	Equilíbrio térmico
Transferência de energia	Grandeza física
Energia transmitida	Sistema
	Medição
	Reacção química

No quadro seguinte, está assinalado o número de alunos que inseriram as frases nos contextos quotidiano e científico.

Quadro 46 – Frases inseridas pelos alunos do segundo grupo, nos contextos quotidiano e científico

Conceitos	Contexto Quotidiano		Contexto Científico	
	f	%	f	%
Calor	9	100.0	7	77.8
Temperatura	9	100.0	9	100.0

As duas frases escritas por cada aluno, foram identificadas com uma letra maiúscula e um número, como se segue: F1...F9. As frases foram corrigidas apenas nos erros ortográficos.

*Conceito de **calor***

No contexto quotidiano, todos os alunos conseguiram inserir o conceito de **calor** de modo correcto, independentemente da correcção da sintaxe. Assim, podemos concluir que neste contexto não há dúvidas de que os alunos conheciam o significado do conceito, ou pelo menos conseguiam no dia a dia utilizá-lo correctamente. No contexto científico, nem todos os alunos conseguiram construir as frases correctamente.

Para construir uma frase com significado científico, quatro alunos usaram a palavra energia:

F1 “Eu tenho muito calor porque recebi muita energia”;

F4 “O meu corpo tem elevada temperatura porque tem muita energia, o que faz ter calor”;

F5 “Tenho muito calor, quer dizer que me foi transferida muita energia”;

F8 “O calor é a energia transmitida por um corpo”.

Em todas as frases referidas atrás, estava presente a palavra energia, associada ou não a outras palavras, o que deu um significado científico e neste caso correcto, às frases. Nas duas últimas respostas, a palavra energia estava associada a transferida e transmitida.

Na resposta F7, “Sopra para haver uma transferência de calor da sopa para o sopro”, embora a terminologia científica não seja utilizada, poderá situar-se esta frase num contexto científico, havendo no entanto, uma pequena incorrecção de linguagem. Ao soprar um alimento supostamente quente, existe uma transferência de energia do alimento quente para o ar envolvente que estaria menos quente. A frase foi considerada correcta pois considerou-se que o aluno tem a noção de que **calor** é uma transferência de energia de um corpo com temperatura mais elevada para outro de temperatura menos elevada ou por outras palavras que se trata de uma energia em “trânsito”.

Em duas outras respostas, F2 e F9, os alunos utilizaram as palavras temperatura e massa para enquadrar a frase no contexto científico.

F2 “O calor daquele corpo é mais elevado que o deste, pois a massa e a temperatura do primeiro são mais elevadas”, nesta frase poderá estar implícito um outro conceito físico. Temperatura e massa, são variáveis de que depende a energia transferida para um corpo sob a forma de calor e estas variáveis permitem calcular a quantidade de energia transferida, portanto, a frase pode ser considerada com significado científico correcto.

A frase F9, “O calor aumenta com a temperatura e massa de um corpo”, não estava totalmente correcta, pois o aluno provavelmente queria dizer era que o calor (energia transferida sob a forma de calor) aumenta com o aumento da massa de um corpo e com o aumento da variação de temperatura que o corpo sofre, no entanto,

considerou-se a resposta correcta tendo em conta o nível etário e cognitivo dos alunos.

As duas restantes respostas, não estavam correctas:

F3 “A chama produz calor”;

F6 “Fecha a porta para o calor aqui existente não sair”.

Estas duas frases estavam numa linguagem quotidiana e inseridas nesse contexto.

*Conceito de **temperatura***

Todos os alunos conseguiram inserir o conceito **temperatura** no contexto quotidiano de modo correcto, o que permitiu concluir que neste contexto os alunos conhecem o significado do conceito e conseguem utilizá-lo no dia a dia. Assim, far-se-á apenas a análise das frases escritas no contexto científico.

Na frase F3, “A temperatura da reacção é de 30°C”, o que se evidencia é a palavra reacção, que nesta frase tem um significado nitidamente científico muito diferente do quotidiano.

As frases (F5, F6, F7 e F9), consideraram-se correctas:

F5 “ O equilíbrio térmico acontece quando a temperatura se mantém constante durante algum tempo”;

F6 “A temperatura é uma grandeza física medida através de um termómetro”;

F7 “Quando a temperatura de um sistema aumente a sua energia também aumenta”;

F9 “A temperatura desta reacção química varia com o tempo”.

Na frase F2, houve intenção de construir uma frase com linguagem científica, “A temperatura média daquele corpo é de 27°C”, o aluno ao mencionar o conceito de temperatura média utilizou tanto a terminologia como um conceito científico e a frase foi considerada correcta.

Na frase F4, “A temperatura de um determinado sítio está elevada e ao provocar uma alteração no seu meio a temperatura fica menos elevada”, não houve

o uso explícito de uma terminologia científica, no entanto, está implícita uma preocupação de carácter geral científico com o meio ambiente e talvez até com o conceito de equilíbrio térmico, por isso esta frase foi considerada correcta neste contexto.

As duas frases que faltam analisar, não foram consideradas correctas no contexto científico por motivos diferentes. Uma delas, aplicou o termo energia o que pressupõe uma tentativa da parte do aluno de inserir a frase no contexto científico porém, não está correcta, F1 “A temperatura serve para saber a energia que um corpo tem”. Na outra frase, o aluno tentou definir temperatura como uma grandeza mensurável, o que se pode considerar também uma tentativa de linguagem científica mas, confusa, F8 “A medição da temperatura é efectuada indirectamente por meio de termómetros”. A medição não é indirecta, o valor é lido directamente num termómetro, não se compreendendo muito bem qual era a ideia do aluno.

Quadro 47 – Frases correctas nos contextos quotidiano e científico, construídas pelos alunos do segundo grupo

Conceito	Contexto Quotidiano		Contexto Científico	
	f	%	f	%
Calor	9	100.0	7	77.8
Temperatura	9	100.0	8	88.9

3.4 – Leitura e interpretação dos dados obtidos através do resumo de um texto

Após a leitura do texto «Temperatura, Equilíbrio Térmico e Calor», cada um dos alunos sem a presença do texto, resumiu com as suas próprias palavras o que acabara de ler.

Depois de terem sido lidos várias vezes, todos os resumos escritos pelos alunos, consideraram-se três grandes categorias: interpretação; resumo e linguagem.

Na interpretação, consideram-se duas subcategorias: correcta (corr.) e incorrecta (incorr.). A incorrecta, foi considerada aquela em que o aluno acrescentou ao seu resumo, outros elementos relacionados com o tema, mas que não constavam do texto original. A interpretação correcta foi a que estava cientificamente correcta e que se limita ao que o texto original descrevia.

A categoria resumo foi subdividida em: sintético (sint.) e descritivo (descr.). Os resumos considerados sintéticos, foram aqueles que abordavam o tema sob a forma de definições. Os descritivos, foram os resumos alongados, sem recorrerem apenas a definições.

O uso da linguagem foi dividida em duas subcategorias: linguagem quotidiana/científica (L.Q./L.C.) e linguagem quotidiana (L.Q.). Considerou-se o uso de linguagem quotidiana, quando o aluno elaborou o seu resumo, usando apenas os termos científicos, para designar o nome dos conceitos, utilizando o significado quotidiano, ou o significado científico sem uso da terminologia científica ao longo da sua descrição. Considerou-se o uso de linguagem quotidiana/científica quando o aluno além dos nomes dos conceitos, utilizou a terminologia científica na sua descrição. Como os alunos definiram os conceitos mencionados no texto original, nesta categoria analisou-se separadamente cada um desses conceitos: temperatura (T.); equilíbrio térmico (E.T.) e calor (C.). No texto,

aparece um conceito que não tinha sido considerado, quer na entrevista, quer no questionário «Conceitos». No entanto, como o texto tenta explicar o conceito de **calor e temperatura**, surge naturalmente o conceito de **equilíbrio térmico**, pois neste texto esta expressão faz parte da definição de **calor**.

No quadro seguinte, apresentam-se as categorias que correspondem aos objectivos da utilização deste instrumento.

Quadro 48 – Análise dos resumos elaborados pelos alunos do segundo grupo

Texto Aluno	Interpretação		Resumo		L.Q./L.C.			L.Q.		
	Corr.	Incorr.	Sint.	Descr.	T.	E.T.	C.	T.	E.T.	C.
1º	x		x				x	x	x	
2º	x		x				x	x	x	
3º	x		x		x	x	x			
4º		x	x		x	x	x			
5º		x	x		x		x		x	
6º	x		x			x	x	x		
7º		x	x				x	x	x	
8º	x		x		x	x	x			
9º	x		x		x	x	x			
f	6	3	9	0	5	5	9	4	4	0
%	66.7	33.3	100.0	0.0	55.6	55.6	100.0	44.4	44.4	0.0

Pela análise do quadro anterior, pode-se concluir que a maioria dos alunos interpretaram o texto de forma mais ou menos correcta. No entanto, apenas dois

resumos estão completamente correctos, os restantes quatro estão maioritariamente correctos, pois nas definições de **calor** e **temperatura**, os alunos cometeram algumas incorrecções.

Embora não tenha sido solicitado, todos os alunos resumiram o texto em três definições: **calor**, **temperatura** e **equilíbrio térmico**. Algumas hipóteses para que isto tenha acontecido:

- já terem definido por duas vezes **calor** e **temperatura** quando responderam à entrevista e ao questionário «Conceitos» e assim seguiram o mesmo raciocínio (de recordar que este texto tinha os mesmos conceitos tratados anteriormente.);
- o título do texto ser «Temperatura, Equilíbrio Térmico e Calor» e o facto de este texto possuir as definições embora, não sintetizadas;
- o tratar-se de um texto retirado de um manual escolar, que os alunos identificaram e portanto, deram-lhe um tratamento “escolar”, ou seja, sintético, definições, linguagem científica e terminologia científica.

Para definir **calor**, todos os alunos recorreram a termos científicos, o que não aconteceu com **temperatura** e **equilíbrio térmico**.

Nas definições que os alunos resolveram apresentar, apareceram elementos que não constavam do texto original, no entanto, são semelhantes aos que surgiram nas respostas do questionário «Conceitos». Os alunos escreveram “tudo” o que sabiam sobre o assunto, o que é típico de alunos inseguros que estudam muito por memorização, tendo por isso dificuldades em aplicar aquilo que “julgam saber”. Observou-se que a leitura deste texto, pouco alterou as concepções que os alunos demonstraram possuir através dos instrumentos anteriormente aplicados.

Síntese do estudo dos conceitos calor e temperatura.

Nesta síntese, apresenta-se a análise e interpretação de todos os resultados do tratamento dos dados obtidos através dos diversos instrumentos utilizados no estudo realizado com o segundo grupo de alunos, para os conceitos de **calor** e **temperatura**.

No quadro seguinte estão representados os resultados referentes apenas à entrevista e questionário administrados ao segundo grupo de alunos.

Quadro 49 – Definições dos conceitos de calor e temperatura, utilizados pelos alunos do segundo grupo, nas expressões oral e escrita

Contexto	Expressão oral				Expressão escrita			
	calor		temperatura		calor		temperatura	
	total	correcta	total	correcta	total	correcta	total	correcta
Científico	5	1	3	1	3	1	4	0
Quotidiano	4	3	5	2	6	4	5	3
Total	9	4	8	3	9	5	9	3

A dificuldade em definir correctamente os conceitos **calor** e **temperatura**, foi semelhante para as expressões oral e escrita em ambos os contextos, embora ao analisar o quadro 49, se verifique um número ligeiramente maior de definições correctas, no contexto quotidiano, na expressão escrita.

No contexto científico, o número de definições correctas foi diminuto, o que demonstra alguma dificuldade na compreensão destes conceitos científicos.

Os dois conceitos foram aprendidos fora da escola, particularmente “em casa” e “na TV”, isto justifica-se por serem conceitos muito comuns em linguagem quotidiana. Porém, os alunos indicam igualmente como fonte de aprendizagem a “sala de aula”, talvez por isso, quando definiram os conceitos, não deram preferência a nenhum contexto.

Quando os alunos foram solicitados a escreverem frases no contexto científico, para cada um dos conceitos, a maioria recorreu à terminologia científica conseguindo escrever frases correctas com significado científico, implícito ou explícito. No entanto, na definição científica destes conceitos, os alunos tiveram dificuldades, mesmo quando utilizaram a terminologia científica. Podemos pois concluir que:

- os conceitos científicos de **calor e temperatura**, não foram compreendidos;
- na construção das frases o uso da terminologia científica contextualizou a frase no contexto científico, porém nas definições verificou-se que o conhecimento da terminologia científica, não foi suficiente para formular correctamente a definição, ou seja, o aluno tem de saber aplicar a terminologia científica, não é suficiente conhecê-la.

A análise dos resumos dos textos permite confirmar a dificuldade na expressão escrita por parte dos alunos e a dificuldade em interpretar, o que se irá reflectir sobretudo no modo de estudar dos alunos. Um aluno que não seja capaz de sintetizar um texto após a sua leitura, terá dificuldade em distinguir o essencial do supérfluo, quando estiver a estudar.

A apresentação dos resumos sob a forma de definições, é preocupante, não pelas incorrecções que possam ter surgido, nem pelo aspecto de síntese, mas por estes alunos terem interiorizado que a melhor forma de resumir um texto que tem “formato escolar” e possui definições, é resumi-lo de modo telegráfico, utilizando pois uma linguagem científica estereotipada denotativa.

Outra verificação que estes resumos confirmam é que após a leitura do texto onde estavam definidos os conceitos de **calor** e **temperatura**, a maioria dos alunos continuou a defini-los como tinham feito antes da leitura do texto, ou seja, os conceitos que possuíam não foram alterados pelo facto de terem lido o texto. A única alteração visível, foi a de quase todos os alunos, definirem os conceitos no contexto científico.

4 – Conclusão

Com base na caracterização dos alunos, pode-se concluir que este estudo realizou-se com dois grupos de alunos cujo nível socioeconómico, cultural e até mesmo quanto ao sucesso escolar, são muito semelhantes entre si.

Do estudo dos quatro conceitos utilizados nesta investigação, pode-se concluir que houve dificuldades em contextualizar e definir de modo correcto os conceitos. Verificou-se que estes conceitos, foram aprendidos primeiro fora da escola e quando foram leccionados na sala de aula, os alunos já os conheciam mas com significados diferentes do significado científico.

Quanto aos conceitos de massa e peso, a dificuldade em definir salientou-se mais na expressão oral, enquanto que para os conceitos de calor e temperatura, não surgiram grandes diferenças entre as dificuldades apresentadas na expressão oral e na escrita.

Embora tenha havido dificuldades tanto em definir os conceitos no contexto quotidiano, como no científico, é de realçar que tanto as definições, como a contextualização e a construção de frases, foram sempre mais confusas e pouco claras no contexto científico.

Numa análise global, pode-se considerar que o conceito de peso foi aquele com que os alunos melhor trabalharam, tanto no contexto quotidiano, como no

científico. Este conceito em Física, foi aprendido com recorrência à terminologia científica o que permitiu tanto nas definições, como nas aplicações (construção de frases), demonstrar que foi construído conhecimento científico. O conceito de massa no contexto da Física foi compreendido de forma superficial, mas possivelmente está de acordo com os programas do ano escolar frequentado por estes alunos.

O conceito de calor e temperatura, não foram compreendidos pela maioria dos alunos, embora se saliente que para o conceito de calor a maioria destes alunos conheciam a terminologia científica adequada para a respectiva definição científica.

Embora a escrita de um texto, tenha sido aplicada apenas a um dos grupos de alunos, não deixam de serem interessantes as conclusões a que se chegaram. A análise destes resumos confirmaram que os alunos têm muita dificuldade na expressão escrita e em interpretar. De notar ainda que os conceitos quotidianos têm prioridade sobre os científicos.

Na globalidade pode-se afirmar que estes alunos compreendem os conceitos científicos estudados, como fazendo parte de um universo restrito à Física e quando os utilizam, fazem-no de um modo estilizado, ou seja, utilizam linguagem científica, estereotipada e denotativa.

CONCLUSÃO GERAL

1 - Conclusão da Investigação Teórico/Empírica

A conclusão desta investigação baseou-se nos resultados obtidos no trabalho empírico, tendo como referência, os objectivos gerais e as questões de investigação. Para formular uma conclusão geral, tentou-se obter uma coerência entre o quadro teórico e os resultados obtidos no estudo empírico, de forma a conseguir-se uma compreensão da problemática da investigação.

Um dos objectivos do ensino da Ciência, é contribuir para a construção e aquisição do conhecimento científico, de modo a que este possa ser utilizado em diversos contextos. Nesta investigação analisou-se a aplicação de conceitos científicos em diversos contextos, tendo em conta a relação da utilização da linguagem científica na construção do conhecimento científico.

A análise e interpretação dos resultados deste estudo, permitiu tirar algumas conclusões sob diferentes aspectos. Os dois grupos de alunos que participaram neste estudo, possuíam um contexto cultural e socioeconómico semelhante, assim como, eram semelhantes os seus gostos e preferências. Quanto ao sucesso escolar, pode-se dizer que existiam algumas diferenças, sobretudo de atitude perante o sistema escolar. Alguns alunos destacavam-se pelas classificações obtidas, no entanto, este facto não significa que fossem mais “inteligentes” do que os outros, tinham sim outra atitude perante a escola e objectivos diferentes. O primeiro grupo de alunos, apresentava um nível de sucesso escolar superior aos alunos do segundo grupo, tendo uma postura diferente face às tarefas que lhes foram propostas no decorrer deste trabalho, nomeadamente, perante os diferentes instrumentos de recolha de dados utilizados neste estudo.

O primeiro grupo de alunos, encarou a entrevista como uma tarefa extra curricular sem se esforçarem muito para responderem à questão colocada pela

entrevistadora. Porém, nas respostas aos questionários, principalmente o dos «Conceitos», a tarefa já foi encarada por estes alunos com mais responsabilidade.

No segundo grupo, tanto a entrevista, como os questionários, fizeram parte de tarefas levadas muito a sério por estes alunos que possuíam uma atitude de muita responsabilidade e seriedade com todas as tarefas propostas na sala de aula.

Cada aluno é uma pessoa diferente, que aprende de modo diferente, possui diferentes concepções do mundo que o rodeia, motiva-se de modo variado e tem capacidades de assimilação e de expressão diferentes. Pelo estudo empírico realizado, podemos observar que, embora em condições semelhantes, os alunos reagiram de formas diferentes, dando mais ou menos ênfase às tarefas, consoante se lhes afigurava uma maior ou menor probabilidade de se exporem avaliativamente. Embora soubessem que as tarefas propostas não eram instrumentos de avaliação, não nos podemos esquecer que vivemos numa sociedade competitiva, em que o ensino secundário é visto como uma meta que tem de ser transposta para chegar ao ensino superior, sendo o objectivo prioritário do aluno, a avaliação.

A atitude do aluno perante as tarefas que lhe são propostas na sala de aula, é muito importante, senão, primordial para a sua aprendizagem. Não há método nem pedagogia milagrosa que consiga ensinar um aluno que não esteja interessado em aprender. Perante temas que, por vezes, são pouco interessantes para o aluno, o professor deve motivar o aluno, no entanto, tem de existir uma motivação interior para que cada aluno consiga aprender com prazer.

Os resultados deste estudo, reforçam a ideia existente na óptica dos alunos, de que aquilo que se aprende na escola é diferente do que se aprende no dia a dia, tem outras aplicações, refere-se a outros contextos. Esta ideia, está implícita nas respostas que os alunos deram à questão, se conheciam estes conceitos antes de serem aprendidos na escola. Todos foram unânimes em responderem que sim,

porém, quando se perguntou onde os aprenderam, alguns responderam que o local de aprendizagem foi na sala de aula.

Uma das conclusões que se pode tirar destas respostas, é a de que ao afirmarem conhecerem os conceitos antes de serem estudados na sala de aula, os alunos tinham a percepção que estes conceitos faziam parte do seu dia a dia, que utilizavam estas palavras fora da sala de aula e fora de contextos disciplinares. Mas, ao responderem à segunda questão, onde aprenderam os conceitos, alguns alunos mencionaram a sala de aula, por saberem que tinham também aprendido na escola a definição dos conceitos científicos e que o seu significado era diferente do que já conheciam, daí tratar-se de uma primeira aprendizagem.

A percepção que se aprende muito mais fora do que dentro da sala de aula é consensual. Para isso, contribui não só o pouco tempo disponível em momentos de aprendizagem formal, como a obrigatoriedade de aprender deixa pouco lugar à espontaneidade, criatividade e por conseguinte, a uma aprendizagem significativa.

A informação científica não se encontra actualmente apenas dentro dos limites escolares, surge de variadas fontes de informação através de diversas linguagens. Na sala de aula, as informações deveriam ser discutidas e acompanhadas de modo a auxiliar a formação, a capacidade de análise da informação e da sua síntese. A informação, também pode chegar ao aluno numa linguagem científica que ele desconhece ou tem dificuldade em interpretar, o que leva a um desinteresse e distanciamento do conhecimento científico.

Hoje em dia, a rádio, a televisão, o computador e a Internet, como se pode verificar pelo questionário «Meios de Informação», ocupam os tempos livres dos alunos. Serão estas as ocasiões e as fontes que fornecem aos jovens a maior diversidade de novos “saberes”, tendo ainda em atenção que o local privilegiado para a aprendizagem do aluno, é o meio familiar.

A aprendizagem do aluno é dispersa, diversificada por várias fontes e notoriamente influenciada pelo meio social e pelas novas tecnologias. Todos os alunos tiveram a noção de que aprenderam os conceitos estudados fora da sala de aula e os conceitos que utilizam diariamente, não foram aprendidos na escola.

Com os conceitos traduzidos pela mesma palavra no quotidiano e em Ciência e com a acessibilidade à informação, que nem sempre usam a linguagem mais correcta ou aplicam os conceitos de modo mais adequado, torna-se cada vez mais importante, ajudar o aluno a construir novos conhecimentos a partir dos seus conhecimentos anteriores. Para isso, é necessário que ao leccionar-se conceitos que possuem significados diferentes em Ciência e no quotidiano, ter cuidado com a linguagem utilizada na definição, pois esta pode constituir um obstáculo à aprendizagem do aluno se não for convenientemente explorada didacticamente.

Os conceitos usados neste estudo, - massa, peso, calor e temperatura, - foram escolhidos pela diversidade de significados que encerram e a dificuldade de aprendizagem em diferentes contextos. Mesmo através da linguagem quotidiana, os alunos tiveram dificuldade em definir os conceitos que usam habitualmente. Os conceitos massa e peso, são palavras que descontextualizadas têm diversos significados e portanto, quando foi solicitada a definição de cada um deles, sem o contextualizar, o aluno recorreu aquela que lhe era mais familiar e como se pode verificar pelas respostas à entrevista, ocorreram as definições quotidianas. Mas quando foi referido o contexto de Ciência, as dificuldades foram acrescidas, o que se verificou pelas respostas ao questionário «Conceitos».

No caso de calor e temperatura, as definições mesmo no quotidiano não são fáceis, porque são conceitos intuitivos, a primeira abordagem foi referir vários exemplos e tal como nos conceitos de massa e peso, ocorreram supostamente os primeiros significados aprendidos, ou seja os do quotidiano.

Quando o professor trabalha com conceitos que possuem diferentes significados em Ciência e no quotidiano, tem de anular o sentido comum e substituí-lo pelo significado em Ciência. Quando o sentido comum, desenvolvido correcta ou incorrectamente, não consegue ser diferenciado, o desenvolvimento cognitivo necessário para a aprendizagem dos novos conceitos não será efectivo.

Não havendo confronto entre as ideias prévias dos alunos sobre os conceitos quotidianos e os conceitos científicos, corre-se o risco de os primeiros permanecerem, sendo os segundos apenas memorizados. Perante a necessidade desta mudança conceptual, os alunos devem ser estimulados a explicar o raciocínio elaborado e a reflectir sobre ele, devendo também partilhar o seu pensamento mediante uma explicação, o que auxilia o aluno a exercitar uma prática que permite formular ideias correctas ou serem corrigidos nas ideias erróneas sobre esses conceitos. Os alunos não devem ser exercitados apenas para observarem e memorizarem a informação que lhes é fornecida.

A globalidade das respostas dos alunos permite concluir que embora todos já tivessem ouvido falar e conhecessem vários significados dos conceitos abordados neste estudo, tanto no quotidiano como no contexto científico, defini-los não foi tarefa fácil.

Como já se referiu, aprender efectivamente um conceito significa saber contextualizá-lo, dar exemplos, saber aplicá-lo e saber defini-lo. Não se pode utilizar apenas um destes “saberes”, para demonstrar que houve aquisição de conhecimento. Por vezes, a falta de exigência de todos estes parâmetros, não nos permite compreender as dificuldades dos alunos, a mistura dos conceitos e a fragilidade da estrutura cognitiva.

Neste processo de construção de conhecimento científico, pode-se verificar a interferência dos conceitos quotidianos e do meio social, aparecendo paralelamente, outro elemento não facilitador da aprendizagem, a linguagem científica.

Na nossa sociedade criaram-se códigos de linguagem “clandestinos”, quer a nível de vocabulário específico dos alunos, ou seja, os códigos criados e utilizados pelos jovens entre si, quer a nível de informática onde se passou a escrever numa linguagem restrita, ou seja, com os códigos escritos utilizados na comunicação *on line*. Se o uso e aplicação da linguagem científica não for compreendido, a sua aprendizagem não será fácil.

Quando no questionário «Conceitos», se referiu o contexto científico, não se tornou mais fácil a sua definição, quer pela abstracção dos conceitos, quer pela abstracção dos termos científicos utilizados nas definições. Porém, existe outra dificuldade que é a própria definição científica. Definir, pode significar uma barreira de linguagem que o aluno tem dificuldade de ultrapassar. Frequentemente, são utilizadas pelo professor, palavras e expressões que fazem parte da sua linguagem corrente e que mesmo não sendo considerada linguagem científica, é pelo menos “escolar”, ou seja, não é vulgarmente utilizada no dia a dia. Habitualmente, o professor, os manuais escolares e outros tipos de apoio à aprendizagem formal, aplicam palavras, tais como: definir; relacionar; enunciar; analisar; demonstrar; etc..

O aluno habitua-se a esta linguagem e “memoriza-a”, ou faz a sua própria interpretação, se não houver da parte do professor e/ou dos manuais, o cuidado de explicar ao aluno, o significado deste “novo” vocabulário.

Neste estudo, esta dificuldade foi verificada na entrevista. A investigadora, na introdução à questão colocada na entrevista, explicou aos alunos que pretendia saber o significado de cada uma das palavras dadas. A seguir formulou a questão, solicitando a definição dos conceitos estudados. Alguns alunos antes de responderem perguntaram «o que é que quer dizer?» ou seja, estavam a tentar interpretar a palavra, definição.

Não é apenas com os novos termos científicos, que o professor deve ser cuidadoso, mas também com a linguagem que aparentemente pode ser considerada como vulgar. Este impacto sofrido pelo aluno, com a nova linguagem, deve ter a atenção do professor, nomeadamente, com palavras sobre as quais o aluno ainda não domina o seu significado. Este estudo, trabalhou com alunos do 10º ano do ensino secundário, para os quais a palavra definição não é nova, tendo sido muitas vezes solicitados a definir diversos conceitos, no entanto, houve da parte dos alunos alguma indecisão perante o que se pretendia. Os exemplos ou as aplicações, dadas por alguns alunos, podem ser provenientes de uma falta de conhecimento do próprio conceito, no entanto, o que foi descrito também é válido e relevante.

A facilidade de expressão necessária para que o outro nos compreenda, alcança-se com um trabalho de exercício e aperfeiçoamento que permite comunicarmos uns com os outros, podendo para isso, utilizarmos várias formas de expressão. A mais usual será a expressão oral, seguida da escrita, porém, estas duas formas de expressão requerem não só linguagens diferentes, como sobretudo atitudes diferenciadas. A expressão oral, pode ser acompanhada ou valorizada com a expressão gestual, com a entoação, com silêncios etc.. Na entrevista deste estudo, esta valorização permitiu à entrevistadora, verificar quais as maiores dificuldades que estes alunos apresentavam na linguagem científica.

Não se pode generalizar e dizer que os alunos têm dificuldades de expressão, porém, podemos estabelecer alguns considerandos. Os alunos confrontam-se habitualmente com muitos “tipos” de linguagens, o que suscita alguma confusão de vocabulário e por outro lado, todos nós somos mais ou menos permissivos perante as dificuldades de expressão dos alunos, mesmo quando os corrigimos, consentimos que durante a formação e avaliação, utilizem frases por vezes pouco claras e não muito bem concretizadas.

O consentimento da utilização de uma linguagem carente de vocabulário adequado, permite que os alunos se habituem, principalmente na expressão oral, a não completarem o seu pensamento, a utilizarem uma linguagem pobre, quer no vocabulário, quer na sintaxe. Quando na expressão escrita, foi colocada a mesma questão da entrevista, a dificuldade em compreender o pensamento do aluno, aumentou. Por vezes, o pensamento do aluno foi incompleto ou incompreensível e algumas vezes até, aparentemente sem sentido, não tendo sido possível haver neste caso, um pedido de esclarecimento.

Quando estas dificuldades são detectadas, o professor não pode aceitar uma forma de expressão incompreensível, pois não auxilia na aquisição de um novo vocabulário científico, e muito menos um novo conceito científico. Pelo contrário, dificulta a compreensão, sobretudo quando o aluno insiste num vocabulário pobre, ou mal utilizado.

Os instrumentos de recolha de dados utilizados neste estudo e nomeadamente a entrevista, demonstra uma enorme dificuldade de expressão por parte dos alunos. A expressão fácil e fluente, não é um dom que todos os alunos possuem. O acanhamento, a vergonha, a insegurança, a exposição perante os outros, são factores muito importantes que inibem alguns alunos de se expressarem correctamente. No entanto, não deixa de ser um entrave ao ensino e à aprendizagem destes alunos e daí, a tão necessária atenção que o professor necessita de ter sobretudo, dando oportunidade aos alunos para se expressarem oralmente, durante as aulas de ciências.

A dificuldade, quer na expressão oral, quer na escrita, resulta também de dificuldades em organizar o pensamento e exprimi-lo com lógica e sequência, de modo a que se compreenda.

A aquisição dos conceitos científicos utilizados neste estudo, cujas palavras são iguais nos contextos científico e quotidiano, mas cujos significados são

diferentes e por vezes são mal definidos no quotidiano, sem critérios rigorosos de aplicação, dificultam a aprendizagem no contexto científico, pois sem valorizar os conceitos quotidianos, explorando-os correctamente, não se consegue aprender o novo significado desse conceito. Antes pelo contrário, cria-se uma amálgama de significados que pode originar aquilo que foi referido como pseudoconceitos. Isto é verificado em muitas das respostas dadas, quer na entrevista, quer no questionário «Conceitos».

O uso da linguagem científica e da terminologia científica, a dificuldade de escrita e complexidade na dicção, como por exemplo alguns nomes de compostos na disciplina de Química, etilenoglicol, suscita nos alunos algum interesse pela novidade. Quando no entanto, se estudam conceitos de escrita usual no dia a dia, o impacto motivado pela estranheza da palavra não existe. No caso dos conceitos utilizados neste estudo, quando foram introduzidos pela primeira vez na escola, como um conceito científico, pressupõe-se que aos alunos surgiu o significado do conceito que conheciam no quotidiano. Mas, quando estes conceitos científicos foram definidos na escola, utilizou-se uma terminologia científica desconhecida dos alunos, o impacto e assimilação foi diferente para cada uma das palavras ou expressões.

No estudo empírico, verificou-se que a noção científica de peso e calor, foram aquelas que os alunos melhor compreenderam. O conceito de peso suscitou-lhes a expressão “força gravítica”. Não será uma expressão muito usual no quotidiano, porém, também não será totalmente desconhecida do dia a dia dos alunos, sobretudo para os que gostam de ler livros de ficção científica, além de ser uma expressão conhecida do cidadão comum através da divulgação das experiências de exploração do espaço, tantas vezes referidos em órgãos de informação e que tanto alicia os jovens. No conceito de calor, a terminologia

“energia”, também está vulgarizada no quotidiano independentemente, da diferença de significados que possa possuir.

Estes dois conceitos, requerem terminologia científica abstracta para formular a sua definição, no entanto, a expressão “força gravítica” não é difícil de memorizar e talvez se consiga “imaginar” o seu significado, sem muita dificuldade. Quanto à expressão “energia”, também não é difícil de ser memorizada, mas quanto a criar uma “imagem” mental sobre aquilo de que se está a falar, já é mais complexo devido ao seu alto nível de abstracção.

Os outros conceitos, massa e temperatura, pela falta de atributos críticos para a definição, proposta pelos programas curriculares, pelo desenvolvimento cognitivo dos alunos no momento em que estes conceitos são introduzidos e pelo seu alto grau de abstracção, quer no significado científico, devido à terminologia científica utilizada, quer no quotidiano, implica que o seu conhecimento seja construído de modo operacional sem se compreender muito bem a diferença entre o significado dos conceitos nos contextos científico e no quotidiano.

O conceito de peso, leccionado no 8º ano de escolaridade obrigatória, aparece no programa curricular, como um conteúdo de objectivos bem delineados, pretende-se que o aluno saiba definir e medir o peso de um corpo. Até ao 10º ano do ensino secundário, o aluno vai trabalhar com este conceito científico, dando-lhe várias aplicações e tendo oportunidade de ir construindo exemplos, em contextos diferentes, no âmbito da disciplina de C.F.Q.

O conceito de massa, surge no 8º ano da escolaridade obrigatória no programa de Física, assim como a sua unidade no SI, porém, a medida da massa de um corpo faz parte de um conteúdo e objectivo com carácter opcional. No 9º ano de escolaridade obrigatória, é introduzido por exemplo, o princípio de inércia, o atrito e a lei fundamental da dinâmica, sendo necessário a utilização do conceito de massa. O mesmo acontece no 10º ano do ensino secundário, onde o conceito

continua a ser utilizado tal como foi aprendido no 8º ano. Apenas no 11º ano do ensino secundário, é leccionado o conceito de massa inercial. Provavelmente, só nesta faixa etária os alunos poderão compreender este conceito, porém durante pelo menos três anos, o aluno utiliza o conceito sem o saber definir, apenas o identifica pela unidade de medida. Ainda no 8º ano, mas no programa de Química, o aluno aprendeu a definir este conceito, mas de uma forma que é polémica para alguns autores. Saliencia-se que não está no âmbito deste estudo, fazer uma análise aos programas curriculares, nem tão pouco é colocada em causa a sua coerência perante o nível etário dos alunos. O que se pretende concluir, é que a dificuldade apresentada pelos alunos em definir este conceito, é justificada pela sua ausência nos programas, no entanto, o aluno é “obrigado” a lidar com um conceito acerca do qual não conhece com rigor o significado científico.

O conceito de calor é leccionado no 9º ano de escolaridade obrigatória, constando dos conteúdos do programa curricular e com objectivos bem definidos e associado aos conceitos de equilíbrio térmico e temperatura. Além de se pretender que o aluno saiba definir o conceito, pretende-se também que saiba aplicá-lo e medi-lo.

O conceito de temperatura, também leccionado no 9º ano de escolaridade obrigatória, é tal como o conceito de massa, apenas referenciado nos conteúdos do programa curricular de Física, assim como, a sua unidade e o instrumento de medida, não havendo nenhuma referência nos objectivos, ou seja, a sua definição não é exigida, apenas se trabalhará com o conceito associado a outros, tais como calor e equilíbrio térmico. Este conceito, encontra-se definido em alguns manuais escolares do 9º ano, embora não seja obrigatório. Talvez a sua definição não seja importante para a compreensão dos conceitos que lhe estão associados, porém, é importante que não se utilize em Ciência, o conceito de temperatura vulgarmente utilizado no quotidiano.

O domínio e compreensão da linguagem científica, permite-nos acompanhar o mundo da comunidade científica, que também não é passiva quanto à utilização de terminologia científica para definir alguns conceitos científicos.

Pelos resultados obtidos no estudo empírico, pode verificar-se que os alunos possuíam definições científicas dos conceitos estudados muito confusas, misturadas com o seu significado no quotidiano. A maioria dos alunos, tinha a noção que para definirem os conceitos científicos, devia ser utilizada uma terminologia específica, adequada à disciplina em que se pretende contextualizar o conceito, daí terem surgido as referências das definições em Química. No entanto, esta sensibilidade não foi suficiente, os alunos pensaram que o uso da terminologia científica adequada, seria suficiente para a correcção da resposta.

Nestes dois grupos de alunos, verificaram-se alguns hábitos que podem constituir uma barreira na sua formação e aprendizagem nas ciências. A memorização da terminologia científica, para definirem determinado conceito, é muito visível nas respostas dos alunos e a maioria das vezes esta associação está correcta, porém não é suficiente para a compreensão efectiva do conceito. Aplicar o termo “força gravítica” na definição de peso, não significa que o aluno tenha compreendido o significado em Física, deste conceito. Por vezes, até representa uma mistura de terminologia, quando o aluno continua por exemplo, a referir que a unidade de peso, é o Kg.

Os alunos não têm dificuldade em utilizar a terminologia científica, têm é dificuldade em desenvolver um pensamento correcto, empregando essa terminologia. A memorização a nível de termos é fácil nesta faixa etária, a sua compreensão, é que não é tão fácil.

Estar atento nas aulas, memorizar vocabulário, responder a questões padronizadas, pode ser útil, mas não é suficiente para os alunos construírem um quadro de conhecimento científico efectivo.

Perante os resultados deste estudo, podemos afirmar que embora o uso da linguagem científica, não seja suficiente para construir o conhecimento científico de um aluno, também o uso da linguagem quotidiana, na definição de um conceito científico, poderá estar correcta, mas não corresponderá à construção do conhecimento científico do aluno. Um aluno que “aparentemente” compreendeu determinado conceito sem o uso da linguagem científica, posteriormente terá dificuldade em consultar um livro ou outro instrumento científico, onde se utiliza uma linguagem especializada. Pois, sem o conhecimento do significado da terminologia científica, a compreensão da linguagem científica será muito difícil. Assim, a utilização da terminologia científica e principalmente o conhecimento do seu significado, é essencial para a construção do conhecimento científico.

O uso da linguagem científica por parte dos alunos, nem sempre corresponde à compreensão de um tema e isso pode-se verificar pelas várias respostas que fazem parte deste estudo, algumas delas sem sentido e outras muito confusas. Também, como conclusão deste trabalho, pode-se considerar que quando o aluno utiliza em simultâneo a terminologia científica e a linguagem quotidiana, não podemos sempre afirmar que não existe conhecimento científico. No entanto, a recorrência às duas linguagens, científica e quotidiana, em simultâneo, demonstra muitas vezes que o conceito quotidiano não foi substituído pelo científico. Pode-se afirmar ainda, que a maioria dos alunos, conservou o sistema de conceitos intuitivos e simplesmente “misturou-os” com os conceitos científicos .

Os resultados deste estudo, permitem concluir que a linguagem científica, nas aulas de ciências, influencia a construção do conhecimento científico dos alunos e que o facto de os alunos utilizarem a linguagem científica nestas aulas, poderá não corresponder à compreensão dos conceitos científicos. Outra conclusão, é que os alunos utilizam tanto a linguagem formal, como a informal para se

expressarem, no entanto, não é suficiente para podermos afirmar que construíram conhecimento científico.

Da análise dos resultados do estudo, conclui-se que na maioria dos casos, não houve um anulamento do significado quotidiano dos conceitos estudados que têm múltiplos significados no quotidiano e no científico. Perante o pedido de definição dos conceitos estudados, era lícito que os alunos tivessem dúvidas. Era natural que surgissem perguntas, tais como:

- qual o contexto em que se pretendia a definição;
- seria indiferente a contextualização;
- sem contexto não se sabe qual é a definição que se pretende; etc..

Embora alguns alunos tenham levantado algumas questões durante a entrevista, sobretudo no conceito de massa, a dúvida surgiu sempre, sobre os vários significados que conheciam no dia a dia e não entre os diferentes significados quotidiano e científico.

2 - Limitações do Estudo

- Apenas foram analisadas as expressão oral e escrita dos alunos. Embora sejam as mais significativas não foi explorado todo o campo da linguagem, pois a expressão gestual, as interrogações, os silêncios, os risos, etc., que surgiram na entrevista, não foram analisados e todos eles tinham significados específicos.
- A linguagem matemática que aparece nas equações tão utilizadas na Física, não foram alvo de estudo neste trabalho.
- O facto de se intervir apenas numa disciplina científica, das várias que constituem o currículo dos alunos neste ano escolar, estando isolada do contexto global de ensino/aprendizagem destes alunos, também limita as conclusões.

- Um dos instrumentos de recolha de dados foi utilizado apenas no estudo principal e só num dos grupos de alunos, resultando um menor número de dados. Além destas dificuldades específicas, verificaram-se as limitações inerentes aos próprios instrumentos de recolha de dados.
- Além destas dificuldades específicas do estudo, verificam-se as limitações inerentes aos próprios instrumentos de recolha de dados que já foram referidos na metodologia.

3 - Recomendações para Futuras Investigações

Ao concluir este estudo, são mais as questões por responder, do que as colocadas à partida para a elaboração deste trabalho. Esta investigação abordou apenas uma das vertentes desta problemática. Não se pretendeu encontrar soluções mas sim, contribuir para um melhor entendimento dos motivos que levavam à existência das questões formuladas ao longo da investigação.

Neste estudo analisou-se a aprendizagem que o aluno, teria adquirido em anos lectivos anteriores. Seria interessante a elaboração de uma análise em simultâneo com o ensino/aprendizagem formal destes conceitos.

– A introdução da linguagem científica é um factor importante no ensino das ciências. A outra forma de abordar esta problemática, seria utilizar modelos de aprendizagem diferentes para os conceitos científicos que foram utilizados neste estudo.

– Dentro da mesma linha de investigação, este trabalho poderia incluir a participação de outras disciplinas onde pudessem ser analisadas outras dificuldades de aprendizagem ligadas com a linguagem e terminologia científica.

A linguagem científica é constituída também por fórmulas, equações, gráficos, etc., códigos diferentes dos que se utilizam no quotidiano, o que poderia permitir uma abordagem diferente da compreensão do tema desta investigação.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografia

- Ambrósio, T. (s.d.). **Políticas Educativas e Pós-modernismo**. Texto policopiado.
- Ambrósio, T. (1998). **O Novo Paradigma Educativo na Sociedade Pós-industrial**. Texto policopiado.
- Ander-Egg, E. (1978). **Introducción a las Técnicas de Investigación Social**. (7ªed.). Humanitas. Buenos Aires.
- Arends, R.I. (1995). **Aprender a Ensinar**. McGraw-Hill. Lisboa.
- Asimov, I. (1989). **O Universo da Ciência**. Editorial Presença. Lisboa.
- Asimov, I. (1995). **Guia da Terra e do Espaço**. (1ª ed.). Campo das Letras. Porto.
- Ausubel, D., Novak, J., Hanesian, H. (1978). **Educational Psychology: a Cognitive View**. (2nd ed.). Holt, Rinehart and Winston. New York.
- Bachelard, G. (1971). **A Epistemologia**. Edições 70. Lisboa.
- Bachelard, G. (1986). **O Novo Espírito Científico**. Edições 70. Lisboa.
- Baptista, A. M. (1998). **A Ciência no Grande Teatro do Mundo**. (1ª ed.). Gradiva Publicações. Lisboa.
- Bardin, L. (1988). **Análise de Conteúdo**. Edições 70. Lisboa.
- Barros, A. J., Lehfeld, N. A. (2000). **Fundamentos da Metodologia Científica**. (2ªed.). Makron Books. São Paulo.
- Barth, B. (1993). **O Saber em Construção**. Instituto Piaget. Lisboa.
- Barth, B. (1994). **A Aprendizagem da Abstracção**. Instituto Piaget. Lisboa.

Bertrand, I. (1991). **Teorias Contemporâneas da Educação**. Instituto Piaget. Lisboa.

Besançon, R. M. (1996). **The Encyclopedia of Physics**. (3^a ed.). Van Nostrand Reinhold. New York.

Bloomfield, M., Stephens, L. (1996). **Chemistry and Living Organism**. John Wiley & Sons, inc. U.S.A.

Bogdan, R., Biklen, S. (1994). **Investigação Qualitativa em Educação. Uma Introdução à Teoria e aos Métodos**. Porto Editora. Porto.

Bohm, D., Peat, F. D. (1989). **Ciência, Ordem e Criatividade**. (1^a ed.). Gradiva Publicações. Lisboa.

Bohr, N. (1971). In Heisenberg, W. **Diálogos sobre Física Atômica**. Editorial Verbo. Lisboa. p.179-199.

Bonito, J. M. (1995). Linguagem da Ciência uma Abordagem Linguística. **Educação em Ciências da Natureza**. Actas do V Encontro Nacional de Docentes. Edição da Escola Superior de Educação de Portalegre patrocinado pela Fundação Calouste Gulbenkian. p.211-217.

Bory, C. (1974). **Introdução à Termodinâmica**. Editorial Veja. Lisboa.

Bronowski, J. (1992). **A Responsabilidade de Cientista e outros Escritos**. Publicações D. Quixote.

Bruner, J. S. (1999). **Para uma Teoria da Educação**. Relógio d'Água Editores. Lisboa.

Butterfield, H. (1992). **As Origens da Ciência Moderna**. Edições 70. Lisboa.

Cachapuz, A. (1995). O Ensino das Ciências para a Excelência da Aprendizagem. In Carvalho, A. D. (org.). **Novas Metodologias em Educação**. Porto Editora. Porto.

Caraça, J. (1997). **Ciência**. Difusão Cultural. Lisboa.

Caro, P. (1998). An Overview of Some Social and Cultural Problems with Science. In **The Social Science Bridge**. Ministério da Ciência e Tecnologia. Lisboa. p.101-123.

Chalmers, A. F. (1987). **Qu'est-ce que la Science?** Editions La Découverte. Paris.

Chang, R. (1994). **Química**. (5ª ed.). McGraw-Hill. Lisboa.

Chomsky, N. (1975). Langage et Connaissance dans le Cadre Constructiviste. In Palmarini, M. P. (coord.). (1979). **Théories du Langage. Théories de l'Apprentissage**. Le débat entre Jean Piaget et Noam Chomsky. Éditions du Seuil. Paris. p.200-205.

Chomsky, N. (1994). **O Conhecimento da Língua. Sua Natureza Origem e Uso**. Editorial Caminho. Lisboa.

Collins, A. (1998). National Science Education Standards: A Political Document. In **Journal of Research in Science Teaching**. Vol.35, nº7. p.711-727.

Cournand, A. (1977). **The Code of the Scientist and its Relationship to Ethics Science**. Texto policopiado.

Dana, Campbell, Lunetta (1998). A Formação de Professores de Ciências e a Reforma: Perspectiva Internacional e a Realidade Portuguesa. **Revista Educação** vol. VII, nº2, p.115-126.

Delors, J. (1998). **Educação um Tesouro a Descobrir**. (4ª ed.). Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. Edições Asa. Lisboa.

Durand, D. (1992). **A Sistemica**. (5ª ed.). Dinalivro. Lisboa.

Education Training Youth (s.d.). **Study Group on Education and Training**. Report Accomplishing Europe Through Education and Training. Europe Comission. Texto policopiado.

Farrow, S. (1996). The Role of Scientific Terminology in Research and Teaching: is Something Important Missing? In Silsko, J. (1997). **Journal of Research in Science Teaching** . Vol.34, nº6 p.655-660.

Fernandes, D. (s.d.). Notas sobre os Paradigmas de Investigação em Educação. **Noesis**. p.64-66. Texto policopiado.

Feyerabend, P. K. (1991). **Adeus à Razão**. Edições 70. Lisboa.

Feyerabend, P. K. (1979). **Contre la Méthode, Esquisse d'une Théorie Anarchiste de la Connaissance**. Éditions du Seuil. Paris.

Feynman, R., Leighton, R. B., Sands, M. (1977). **The Feynman Lectures on Physics**. (6ª ed.) Vol.I. Addison-Wesley Publishing Company. Massachusetts.

Formosinho, J. (1983). **Noções de Sociologia da Educação**. Universidade do Minho. Texto policopiado.

Formosinho, J. (1994). **O Imprimatur da Ciência: Das Razões do Homem e da Natureza na Mudança Científica**. Coimbra Editora. Coimbra.

Gago, J. M. (s.d.). **Ciência e Saber Comum**. In Leach, E. (coord.) (s.d.). **A Ciência como Cultura**. Organização do Gabinete de Filosofia do Conhecimento. p.29-44.

Galtung, J. (1994). **Direitos Humanos, uma Nova Perspectiva**. Instituto Piaget. Lisboa.

Garnier, C., Bednarz, N., Ulanovskaya, I. (Eds.) (1996). **Após Vigotsky e Piaget: Perspectivas Social e Constructivista**. Artes Médicas. Porto Alegre

Geymonat, L. (s.d.). **Elementos de Filosofia da Ciência**. Gradiva Publicações. Lisboa.

Ghiglione, R. (Eds.) (1997). **O Inquérito: Teoria e Prática**. (3ª ed.). Celta Editora. Lisboa.

Giddens, A. (1998). **As Consequências da Modernidade**. (4ª ed.). Celta Editora. Lisboa.

Giddens, A. (s.d.). **Reflexive Modernization**. Texto policopiado.

Godet, M. (1988). **Defis et Crise Mondiale des Systèmes Educatifs**. Fuyuribles. Texto policopiado.

Hampson, P. J., Morris, P. E. (1995). **Understanding Cognition**. Blackwell Publishers L^{td}. Oxford.

Hessen, J. (1975). **Teoria do Conhecimento**. Edições Arménio Amado. Coimbra.

Hewson, P.W. (1993). Constructivism and Reflective Practice in Science Teacher Education. In Jeremias, J. (Eds.) (1993). **Las Didácticas Específicas en la Formacion del Profesorado**. Ed. Tórenlo. Santiago. p. 259-275.

Hildebrand, G. M. (1999). **Breaking the Pedagogic Contract: Teacher's and Students' Voices**. Paper presented at the annual meeting of the National Association Research in Science Teaching. Boston.

Holton, G. (1998). **A Cultura Científica e os seus Inimigos, o Legado de Einstein**. (1ª ed.). Gradiva Publicações. Lisboa.

Hurd, P. D. (1998). Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. In **Issues and Trends**. Stephen Norris (Id). John Wiley & Sons, Inc.

Índias, M. A. C. (1992). **Curso de Física**. McGraw-Hill. Lisboa.

Infante, A. C. (1993). Entre o Poder e a Razão: Novas Técnicas Reprodutivas e Decisões Éticas e Jurídicas. In Gonçalves, M. E. (coord.). **Comunidade Científica e Poder**. Edições 70. Lisboa. p.99-110.

Inhelder, B., Piaget, J. (1976). **Da Lógica da Criação à Lógica do Adolescente**. Livraria Pioneiro Editora. São Paulo.

Inhelder, B. (1979). Langage et Connaissance dans le Cadre Constructiviste. In Palmarini, M. P. (coord.). (1979). **Théories du Langage. Théories de l'Apprentissage**. Le débat entre Jean Piaget et Noam Chomsky. Éditions du Seuil. Paris. p.195-199.

Jantz, R. (1995). Ensino de Conceitos. In Arends, R. I. (1995). **Aprender a Ensinar**. McGraw-Hill. Lisboa.

Kelly, G. J., Chen, C. (1999). The Sound of Music: Constructing Science as Sociocultural Practices Through Oral and Written Discourse. **Journal of Research in Science Teaching** . Vol.36, nº8 p.883-915.

Ketele, J., Roegiers, X. (1993). **Metodologia da Recolha de Dados. Fundamentos dos Métodos de Observação, de Questionários, de Entrevistas e de Estudo de Documentos.** Instituto Piaget. Lisboa.

Keys, C. W. (1999). Language as an Indicator of Meaning Generation: an Analysis of Middle School Students' Written Discourse About Scientific Investigations. **Journal of Research in Science Teaching** . Vol.36, nº9 p.1044-1061.

Kochkin, N.I., Chirkévitch, M. G. (1986). **Prontuário de Física Elementar.** Editora Mir. Moscovo.

Kuhn, T. S. (1977). **A Tensão Essencial.** Edições 70. Lisboa.

Kuhn, T. S. (1979). A Função do Dogma na Investigação Científica. In **História Prática das Ciências.** Editora Regra do Jogo. Lisboa. p.48-50.

Kuhn, T. S. (1983). **La Structure des Révolutions Scientifiques.** Flammarion. France.

Lakatos, E. M., Marconi, M. A. (1986). **Metodologia Científica.** (6ª ed.). Editora Atlas S.A. São Paulo.

Legroux, J. (1981). **De L'Information à la Connaissance.** Mesonance-Alterologie. Maurecourt.

Lévy, E. (1988). **Dictionnaire de Physique.** (1ª ed.). Presses Universitaires de France. Paris.

Lewis & Linn (1996). The Role of Scientific Terminology in Research and Teaching: is Something Important missing? In Silsko, J. (1997). **Journal of Research in Science Teaching** . Vol.34, nº6 p.655-660.

Machado, J. P. (Eds.) (1992). **Dicionário Enciclopédico de Língua Portuguesa**. Selecções do Reader's Digest. Lisboa.

Madureira Pinto, J. (1994). **Proposta para o Ensino das Ciências Sociais**. Edições Afrontamento. Porto.

Malhotra, Y. (1994). On Science, Scientific Method and Evolution of Scientific Thought: a Philosophy of Science Perspective of Quasi-experimentation [www document]. URL. <<http://www.brint.com/papers/science.htm>> (20 Mai. 1999).

Maroy, C., Albarello, L. (Eds.) (1997). **Práticas e Métodos de Investigação em Ciências Sociais**. (1ª ed.). Gradiva Publicações. Lisboa.

Menezes, I. (Eds.) (1999). Educação Cívica: Reflexões a Propósito da Análise do Currículo Implementado e Conseguido no Domínio da Cidadania em Portugal. In **Inovação**. nº12. p.47-58.

Merton, R. (1973). **The Sociology of Science**. University of Chicago Press. Chicago.

Mialaret, G. (s.d.). **Introduction aux Sciences de l'Éducation**. Edições Unesco.

Miles, M. B., Huberman, A. M. (1994). **Qualitative Data Analysis**. (2ª ed.). SAGE Publications, Inc. California.

Ministério da Ciência e Tecnologia. (1997). **Sociedade de Informação**. Livro Verde para a Sociedade de Informação. Missão para a Sociedade de Informação. Lisboa.

Ministério da Educação. (1995). **Programa de Físico-Química**. Ensino Básico, 3º ciclo (8º e 9º anos). Lisboa.

Ministério da Educação. (1995). **Programa de Físico-Química**. Ensino Secundário, 10º e 11º anos. Lisboa.

Ministério da Educação (1998). **A Sociedade de Informação na Escola**. (1ª ed.). Conselho Nacional de Educação. Lisboa.

Morin, E. (1990). **Ciência com Consciência**. Publicações Europa América. Lisboa.

Morin, E. (1990a). **Introdução ao Pensamento Complexo**. (2ª ed.). Instituto Piaget. Lisboa.

Morin, E. (1998). **Sociologia**. (3ª ed.). Publicações Europa América. Lisboa.

Musgrave, P. W. (1979). **The Sociology of Education**. (3ª ed.). Methuen. New York.

Myers, G. E., Myers, M. T. (1980). **Les Bases de la Communication Interpersonnelle. Une Approche Théorique et Pratique**. McGraw-Hill Éditions. Montreal.

Neves, M. P. (1999). Os Progressos da Genética: um Desafio para a Reflexão Ética. Fevereiro. **Broética**. nº148, p.191-203.

Oliveira, C. C. (1999). **A Educação como Processo Auto-organizativo**. Instituto Piaget. Lisboa.

Oliveira, M. T. (1991). Linguagem e Aprendizagem. In Oliveira, M. T. (coord.). (1991). **Didáctica da Biologia**. Universidade Aberta. p.159-190.

Oliveira, M. T. (1997). **A Metáfora, a Analogia e a Construção do Conhecimento Científico no Ensino e na Aprendizagem. Uma Abordagem**

Didáctica. Dissertação de Doutoramento. Universidade Nova de Lisboa, Secção de Ciências da Educação da Faculdade de Ciências e Tecnologia. Lisboa.

Oliveira, M. T. (2000). Considerações sobre a Metáfora, a Analogia e a Aprendizagem em Ciência. **Revista Educação.** Vol.IX, nº2. p.19-28.

Osborne, J., Millar, R. (1998). **Beyond 2000: Science Education for the Future.** King's College London. School of Education. London.

Pedrò, F. (1998). Reordenar o Currículo Escolar Tendo em Vista a Sociedade de Informação. In **Na Sociedade da Informação, o que Aprender na Escola?** (1ª ed.). Edições Asa. Lisboa. p.97-111.

Penna, A. G. (1984). **Introdução à Psicologia Cognitiva.** E.P.U. São Paulo.

Perroux, F. (1981). **Ensaio sobre a Filosofia do Novo Desenvolvimento.** Edições Calouste Gulbenkian. Lisboa.

Piaget, J. (1966). Schèmes d'Action et Apprentissage du Langage. In Palmarini, M. P. (coord.). (1979). **Théories du Langage. Théories de l'Apprentissage.** Le débat entre Jean Piaget et Noam Chomsky. Éditions du Seuil. Paris. p.247-251.

Piaget, J. (1972). **Psicologia e Epistemologia.** (1ª ed.). Publicações D. Quixote. Lisboa.

Piaget, J. (1973). **Biologia e Conhecimento.** Editora Vozes. Petrópolis.

Piaget, J. (1977). **A Linguagem e o Pensamento da Criança.** (1ª ed.). Moraes Editores. Lisboa.

Piaget, J. (1981). **Lógica e Conhecimento Científico.** 2º vol.. Livraria Civilização Editora. Porto.

Piaget, J. (1981a). **O Estruturalismo**. (1ª ed.). Moraes Editores. Lisboa.

Piaget, J., Garcia, R. (1987). **Psicogéneses e História das Ciências**. (1ª ed.). Publicações D. Quixote. Lisboa.

Pinker, S. (1998). A Linguagem é um Instinto Humano. In Brockman, J. (coord.) **A Terceira Cultura**. (1ª ed.). Editora Temas e Debates. Lisboa. p.205-219.

Pintassilgo, L. (1998). **Cuidar o Futuro, um Programa Radical para Viver Melhor**. Comissão Independente População e Qualidade de Vida. Trinova Editora. Lisboa.

Poole, M. (1995). **Princípios e Valores na Educação Científica**. Instituto Piaget. Lisboa.

Popper, K. (1974). A Ciência Normal e os seus Perigos. In Lakatos, I., Musgrave, A. (org.). **A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento**. Edição Cultrix. S.Paulo. p.63-71.

Popper, K. (1975). **Conhecimento Objectivo**. Edição Universidade. S. Paulo.

Popper, K. (1992). **O Realismo e o Objectivo da Ciência**. Publicações D. Quixote. Lisboa.

Popper, K. (1992a). **Em Busca de um Mundo Melhor**. (3ª ed.). Editorial Fragmentos. Lisboa.

Popper, K. (1995). **Sociedade Aberta, Universo Aberto**. (3ª ed.) Publicações Dom Quixote. Lisboa.

Postic, M. (1990). **A Relação Pedagógica**. (2ª ed.). Coimbra Editora. Coimbra.

Pourtois, J. P., Huguette, D. (1997). **L'Education Postmoderne**. PUF. Paris.

Prigogine, I. (1996). **O Fim das Certezas**. (1ª ed.). Gradiva Publicações. Lisboa

Pushkin, D. B. (1996). The Role of Scientific Terminology in Research and Teaching: is Something Important Missing? In Silsko, J. (1997). **Journal of Research in Science Teaching** . Vol.34, nº6 p.655-660.

Pushkin, D. B. (1997). Scientific Terminology and Context: How Broad or Narrow Are Our Meaning? **Journal of Research in Science Teaching** . Vol.34, nº6 p.661-668.

Quivy, R., Campenhoudt, L. (1998). **Manual de Investigação em Ciências Sociais**. Gradiva Publicações. Lisboa.

Redish, E. F. (1994), “The Implications of Cognitive Studies for Teaching Physics”, **American Journal of Physics**, 62(6), p.796-803.
<<http://www.physics.umd.edu/rgroups/ripe/papers/cogsci.html>> (3 Nov. 2000).

Revel, J.F. (s.d.). **História da Filosofia Ocidental**. Editora Moraes. Lisboa.

Rutherford, F. J., Ahlgren, A. (1995). **Ciência para Todos**. (1ª ed.). Gradiva Publicações. Lisboa.

Sadler, P. M. (1998). Psychometric Models of Student Conceptions in Science: Reconciling Qualitative Studies and Distractor-driven Assessment Instruments. **Journal of Research in Science Teaching**. Vol.35 nº3 p.265-296.

Santos, E. M., Praia, J. F. (1992). Percurso de Mudança na Didáctica das Ciências, sua Fundamentação Epistemológica. In Cachapuz, F. (coord.). **Ensino das Ciências e Formação de Professores**. Nº 1. Projecto Mutare. Universidade de Aveiro. p.11-31.

Santos Silva, A., Madureira Pinto, J. (1986). **Metodologia das Ciências Sociais**. Edições Afrontamento. Porto.

Serra, P., Oliveira, M. (1999). Escrever para Aprender Ciência. **Revista Aprender**. Julho 99. p.97-104.

Skoog, D., West, D., Holler, F. (1994). **Analytical Chemistry**. Saunders College Publishing. Philadelphia.

Smith, F. (1990). **Pensar**. Instituto Piaget. Lisboa.

Sousa Santos, B. (1987). **Um Discurso sobre as Ciências**. (2ª ed.). Edições Afrontamento. Porto.

Sousa Santos, B. (1989). **Introdução a uma Ciência Pós-Moderna**. (2ª ed.). Edições Afrontamento. Porto.

Sousa Santos, B. (1993). O Estado, as Relações Salariais e o Bem-estar Social na Semiperiferia: o Caso Português. In Sousa Santos B. (org). **Portugal: um Retrato Singular**. Edições Afrontamento. Porto. p.15-56.

Sousa Santos, B. (2000). **A Crítica da Razão Indolente: Contra o Desperdício da Experiência**. Vol.I. Edições Afrontamento. Porto.

Strauss, A., Corbin, J. (1990). **Basics of Qualitative Research**. SAGE Publications, Inc.

Stubbs, M. (1987). **Linguagem, Escolas e Aulas**. Livros Horizonte. Lisboa.

Tanner, D., Tanner, L. N. (1980). **Curriculum Development. Theory into Practice**. Macmillan Publishing Co. Inc. New York.

Touraine, A. (1992). **Crítica da Modernidade**. Instituto Piaget. Lisboa.

Ullmo, J. (1981). Os Conceitos Físicos. In Piaget, J. (org.) **Lógica e Conhecimento Científico**. 2º vol.. Livraria Civilização Editora. Porto. p.30-95.

Valadares, J., Pereira, D. C. (1991). **Didáctica da Física e da Química**. Vol.II. Universidade Aberta. Lisboa.

Varela, F. (s.d.). **Conhecer, as Ciências Cognitivas, Tendências e Perspectivas**. Instituto Piaget. Lisboa.

Vignaux, G. (1991). **Les Sciences Cognitives; une Introduction**. Éditions La Découverte. Paris.

Vygotsky, L. S. (1962). **Thought and Language**. Cambridge, M.A: MIT Press.

Vygotsky, L. S. (1978). **Mind in Society: the Development of Higher Psychological Processes**. Cambridge, M.A: Havard University Press.

Vygotsky, L. S., Luria, A.R., Leontiev, A.N. (1988). **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem**. Ícone Editora. São Paulo.

Webster, F. (1995). **Theories of the Information Society**. John Urey Ed. University of Lancaster. London.

ÍNDICE DE AUTORES

Albarelo	100, 101
Arends	61, 62, 63
Ausubel	56, 67, 68
Bachelard	49,52
Baptista	57, 58, 59, 60
Bardin	119
Besaçon	90
Blommfield	86
Bogdan	95, 100, 112
Bohm	74
Bohr	50
Bronowski	49
Bruner	66, 68, 69, 70
Butterfield	47
Cachapuz	42
Caraça	50, 74
Caro	77
Chalmer	53

Chang	86
Dana, Campbell, Luneta	61
Delors	35, 36, 37, 39
Formosinho	55
Gago	43
Garnier	63, 64
Ghiglione	99, 100, 101, 102, 103, 109, 110
Giddens	30, 32, 35
Hessen	51
Hewson	62
Holton	47, 48
Hurd	45
Índias	105
Inhelder	69
Jantz	66, 67
Kuhn	48
Lakatos	58
Legroux	41, 42

Lèvy	90
Maroy	94, 120, 121
Merrill, Tennyson	64
Mialaret	42
Morin	33, 49, 50, 53, 54
Musgrave	39
Myers	74
Oliveira	77, 79, 80, 81, 82, 84
Piaget	51, 53, 55, 69, 75, 76
Pinker	73
Popper	55
Postic	39
Prigogine	32
Quivy	98, 103, 109
Revel	48
Rutherford	43, 44, 65, 77
Serra, Oliveira	78
Shoog	87

Slisko	82, 83, 89
Smith	75
Sousa Santos	50, 51, 52, 57, 59, 60, 77, 78, 80
Stubs	78, 79
Touraine	30, 31, 37
Ulmo	64
Valadares	85, 86, 87
Vygotsky	64, 66, 67, 76

ANEXOS

Anexo 1

Classificações dos alunos do primeiro grupo

Discipl. Aluno	C.F.Q.		T.L.F.		Port.		****
	1ºP	2ºP	1ºP	2ºP	1ºP	2ºP	
Bruno	15	15	14	14	12	12	
Carlos	15	13	11	13	16	15	+
Neuza	11	11	7	11	13	9	
Ricardo	11	11	11	13	11	11	+
Sandra	14	13	11	14	11	11	+
Rosa	8	9	9	10	11	9	
Sara	17	16	14	16	17	16	+
Sérgio	14	13	14	14	12	11	+
Tiago	14	13	13	13	12	12	+

**** Alunos sem negativas a todas as disciplinas nos dois primeiros períodos lectivos do ano em que se realizou o estudo.

Anexo 2

Classificações dos alunos do segundo grupo

Discipl. Aluno	C.F.Q.		T.L.F.		Port.		****
	1ºP	2ºP	1ºP	2ºP	1ºP	2ºP	
Inês	14	14	12	12	14	13	+
Iolanda	12	12	12	12	11	9	
João	9	8	10	9	9	10	
Lurdes	9	8	10	9	13	10	
Sónia	9	7	13	11	10	9	
Marcos	12	12	15	13	13	11	+
Maria	12	11	12	11	9	8	
Marisa	15	14	13	14	13	13	+
Rui	17	16	17	16	13	12	+

**** Alunos sem negativas a todas as disciplinas nos dois primeiros períodos lectivos do ano em que se realizou o estudo.

Anexo 3

Contexto Socioeconómico / Sociocultural dos pais dos alunos do primeiro grupo

Aluno	Pai		Mãe	
	Profissão	Hab. Acad.	Profissão	Hab. Acad.
Bruno	ladrilhador	4ª classe	operária	4ª classe
Carlos	militar	11º ano	doméstica	11º ano
Neuza	pedreiro	4ª classe	doméstica	4ª classe
Ricardo	comerciante	4ª classe	operária	5º ano
Sandra	economista	superior	empresária	12º ano
Rosa	militar	12º ano	operária	10º ano
Sara	segurança	5º ano	operária	6º ano
Sérgio	escriturário	5º ano	auxiliar acç.	
			educativa	11º ano
Tiago	vendedor	8º ano	operária	9º ano

Anexo 4

Contexto Socioeconómico / Sociocultural dos pais dos alunos do segundo grupo

Aluno	Pai		Mãe	
	Profissão	Hab. Acad.	Profissão	Hab. Acad.
Inês	delegado			
	comercial	9º ano	escriturária	12º ano
Iolanda	serralheiro	6º ano	doméstica	12º ano
João	electricista	5º ano	escriturária	12º ano
Lurdes	motorista	11º ano	escriturária	11º ano
Sónia	militar	12º ano	escriturária	5º ano
Marcos	empresário	11º ano	escriturária	4ª classe
Maria	militar	12º ano	militar	9º ano
Marisa	militar	4ª classe	operária	4ª classe
Rui	técnico			
	agrícola	9º ano	doméstica	6º ano

Anexo 5

QUESTIONÁRIO «MEIOS DE INFORMAÇÃO»

Pretende-se que colaborem num estudo com a finalidade de analisar a influência dos meios de comunicação e informáticos, na vossa aprendizagem.

Este questionário não servirá como elemento de avaliação.

Ler com atenção e responder com a máxima seriedade às questões.

Nome.....

1 – Qual a disciplina de que mais gostas?

.....

Porquê?.....

.....

.....

2 – Qual a disciplina que menos gostas?

.....

Porquê?.....

.....

.....

3 – O que fazes habitualmente nos tempos livres?

.....

.....

.....

4 – Habitualmente, ouves rádio?

Sim ☐ Não ☐

Se respondeste sim, que tipo de programas costumás ouvir?

.....
.....

5 – Habitualmente, vês TV? Sim ☐ Não ☐

Se respondeste sim, que tipo de programas costumás ver?

.....
.....

6 – Tens por hábito ler jornais? Sim ☐ Não ☐

Se respondeste sim, que jornais costumás ler?

.....
.....

7 – Tens por hábito ler livros não escolares? Sim ☐ Não ☐

Se respondeste sim, que tipo de livros tens por hábito ler?

.....
.....

8 – Além de ti, em tua casa quem ouve rádio?

.....,
que programas?

.....
.....

9 – Além de ti, em tua casa quem vê TV?

.....,
que programas?

.....
.....

10 – Além de ti, em tua casa quem lê jornais?

.....,

que jornais?

.....

.....

11 – Além de si, em sua casa quem lê livros?

.....,

de que género?

.....

.....

12 – Em casa, tens computador? Sim ☐ Não ☐

Se respondeste sim, indica em que situações o utilizas.

.....

.....

13 – Em casa, tens Internet? Sim ☐ Não ☐

Se respondeste sim, indica em que situações a utilizas.

.....

.....

14 – Quem além de ti, utiliza o computador e a Internet em tua casa?

.....

Indica com que objectivos são utilizados.

.....

.....

15 – Utilizas o computador existente na escola? Sim ☐ Não ☐

Se respondeste sim, explica com que objectivo.

.....

.....

.....

16 – Utilizas a Internet existente na escola?

Sim ☐

Não ☐

Se respondeste sim, explica com que objectivo.

.....

.....

.....

Obrigado pela colaboração.

Anexo 6

Meios de Informação utilizados pelos alunos do primeiro grupo

/////	<u>Ouvir Rádio</u>		<u>Ver TV</u>		<u>Ler Jornais</u>		<u>Ler livros não escolares</u>	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Sim	9	100.0	9	100.0	7	77.8	8	88.9
Não	0	0.0	0	0.0	2	22.2	1	11.1
Total	9	100.0	9	100.0	9	100.0	9	100.0

Anexo 7

Meios de Informação utilizados pelos alunos do segundo grupo

/////	<u>Ouvir Rádio</u>		<u>Ver TV</u>		<u>Ler Jornais</u>		<u>Ler livros não escolares</u>	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Sim	8	88.9	9	100.0	7	77.8	7	77.8
Não	1	11.1	0	0.0	2	22.2	2	22.2
Total	9	100.0	9	100.0	9	100.0	9	100.0

Anexo 8

QUESTIONÁRIO «CONCEITOS» (primeiro grupo)

Este questionário não servirá como elemento de avaliação.
Ler com atenção e responder com a máxima seriedade.

Q1 – Definir os seguintes conceitos:

massa,

peso,

Q2 – Responder às seguintes questões:

Q2.1 – Quando na escola foram leccionados os conceitos, massa e peso, já os conhecias do teu dia a dia?

Sim ☐ Não ☐

Q2.2 – Se a resposta à questão anterior, foi Sim, assinalar onde os aprendeste. Podes assinalar mais do que uma opção:

na TV; ☐ na rádio; ☐ em casa; ☐ na escola (em aulas); ☐
nos jornais; ☐ nos livros escolares; ☐ nos livros não escolares ☐.

Q3 – Qual(is) dos conceitos massa e peso, pensas terem significados diferentes no dia a dia e em Física?

Q4 – Tenta escrever quando possível, duas frases com significados diferentes para cada um dos conceitos, massa e peso. Uma das frases terá um significado em Física e a outra frase para a mesma palavra, terá um significado diferente no dia a dia.

Massa:

Significado no dia a dia

Significado em Física

Peso:

Significado no dia a dia

Significado em Física

Obrigado pela colaboração.

Anexo 9

QUESTIONÁRIO «CONCEITOS» (segundo grupo)

Este questionário não servirá como elemento de avaliação.

Ler com atenção e responder com a máxima seriedade.

Q1 – Definir os seguintes conceitos:

calor,

temperatura,

Q2 – Responder às seguintes questões:

Q2.1 – Quando na escola foram leccionados os conceitos, calor e temperatura, já os conhecias do teu dia a dia?

Sim ☐ Não ☐

Q2.2 – Se a resposta foi Sim, assinalar onde os aprendeste. Podes assinalar mais do que uma opção:

na TV; ☐ na rádio; ☐ em casa; ☐ na escola (em aulas); ☐
nos jornais; ☐ nos livros escolares; ☐ nos livros não escolares ☐.

Q3 – Qual(is) dos conceitos calor e temperatura, pensas terem significados diferentes no dia a dia e em Física?

Q4 – Tenta escrever, quando possível, duas frases com significados diferentes para cada um dos conceitos calor e temperatura. Uma das frases terá um significado em Física e a outra frase para a mesma palavra, terá um significado diferente no dia a dia.

Calor:

Significado no dia a dia

Significado em Física

Temperatura:

Significado no dia a dia

Significado em Física

Obrigado pela colaboração.

Anexo 10

TEXTO «TEMPERATURA, EQUILÍBRIO TÉRMICO E CALOR»

A Temperatura: grandeza física que se mede com um termómetro

Se tocarmos um corpo com a mão, *ficamos com uma ideia da temperatura do corpo*. Quanto mais quente está um corpo, maior é a sua temperatura.

Apesar de podermos assim avaliar grosseiramente a temperatura de um corpo através do contacto com a pele, só conseguimos medir a grandeza temperatura rigorosamente, isto é, quantitativamente, com um **termómetro**. A **temperatura** é, pois, a grandeza física que se mede com um termómetro.

O funcionamento de qualquer termómetro baseia-se numa propriedade física do material de que é feito. Por exemplo, num termómetro de mercúrio, *a medida da temperatura* relaciona-se com o *comprimento* da coluna de mercúrio, que é tanto maior quanto maior for a temperatura. Num termómetro eléctrico, a *temperatura* está relacionada com o valor da *resistência eléctrica* de um condutor.

Equilíbrio térmico

Quando se coloca uma certa quantidade de água no congelador de um frigorífico, a água arrefece e solidifica. Se o congelador estiver a -10°C , ao fim de um certo tempo, essa quantidade de água (agora já na forma sólida – gelo) atinge a temperatura de -10°C . diz-se então que **a água atingiu o equilíbrio térmico com o congelador**.

Calor: energia que se transfere quando não há equilíbrio térmico

Quando dois corpos estão em contacto e não há equilíbrio térmico entre eles, a temperatura do que está a temperatura mais baixa aumenta e a temperatura do que está a temperatura mais alta diminui. No caso de o corpo ser uma «fonte de energia» - uma chama, por exemplo -, a temperatura do corpo quente mantém-se praticamente inalterável, porque está permanentemente a receber energia (na chama, a energia tem origem na reacção do combustível com o oxigénio do ar).

Os físicos definem a grandeza calor como a grandeza física que mede a **energia que passa do corpo a temperatura mais elevada para o que está a temperatura mais baixa**.

Esta linguagem é diferente da linguagem vulgar. De facto, no dia a dia, dizemos que «está muito calor» quando a temperatura está muito elevada. Na linguagem da Física, só se fala em calor para indicar *a energia que passa* de um corpo para outro, a temperatura mais elevada.